

526, 084

Rec'd PCT/PTO 28 FEB 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年3月25日 (25.03.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/024471 A1(51) 国際特許分類⁷: B60C 11/00, 11/01, 11/04, 5/00[JP/JP]; 〒104-8340 東京都中央区京橋1丁目10番
1号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011163

(22) 国際出願日: 2003年9月1日 (01.09.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願2002-253645 2002年8月30日 (30.08.2002) JP

特願2002-254020 2002年8月30日 (30.08.2002) JP

特願2002-254053 2002年8月30日 (30.08.2002) JP

特願2002-254173 2002年8月30日 (30.08.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会
社ブリヂストン (BRIDGESTONE CORPORATION)

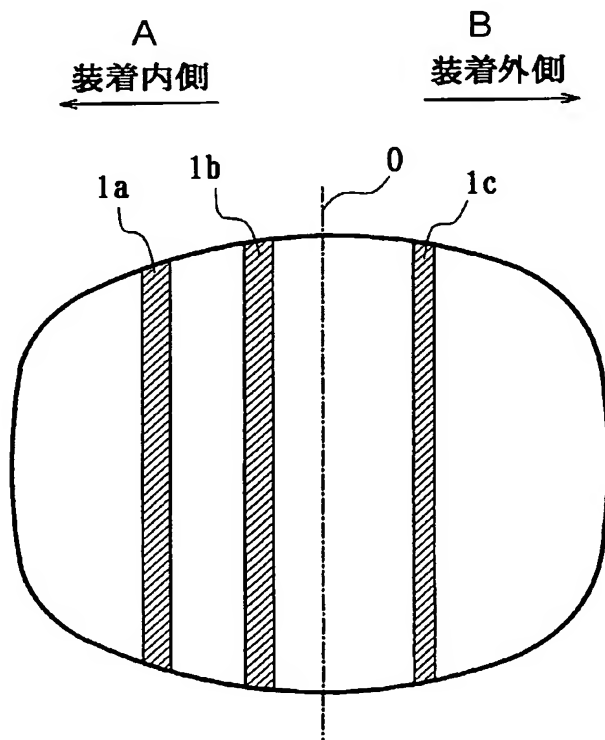
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大澤 靖雄 (OH-
SAWA, Yasuo) [JP/JP]; 〒187-8531 東京都小平市小川
東町 3-1-1 株式会社ブリヂストン技術センター
内 Tokyo (JP). 澤田 貴文 (SAWADA, Takafumi) [JP/JP];
〒187-8531 東京都小平市小川東町 3-1-1 株式
会社ブリヂストン技術センター内 Tokyo (JP). 佐口
隆成 (SAGUCHI, Takanari) [JP/JP]; 〒187-8531 東京都
小平市小川東町 3-1-1 株式会社ブリヂストン技
術センター内 Tokyo (JP). 藤田 一人 (FUJITA, Kazuto)
[JP/JP]; 〒187-8531 東京都小平市小川東町 3-1-1
株式会社ブリヂストン技術センター内 Tokyo (JP). 富
田 新 (TOMITA, Arata) [JP/JP]; 〒187-8531 東京都小

[続葉有]

(54) Title: TIRE WITH ASYMMETRIC TREAD PATTERN AND METHOD OF MOUNTING THE TIRE

(54) 発明の名称: 非対称トレッドパターンを有するタイヤおよびその装着方法

A...INSIDE OF TIRE WHEN MOUNTED
B...OUTSIDE OF TIRE WHEN MOUNTED

(57) Abstract: A tire suitable for cars, particularly a tire high in anti-hydroplaning performance against a wet road surface and having an asymmetric tread pattern with low noise, wherein, in the tread pattern having at least two grooves in an area on the vehicle inside of a tire equator plane and at least one groove in an area on the vehicle outside of the tire equator plane when the tire is installed on the vehicle, the peripheral groove in proximity mostly to the tire equator plane among the peripheral grooves disposed in the area on the vehicle inside has a width larger 20% or more than the averaged groove width of the tire, the peripheral groove disposed on a tread end side in the area on vehicle inside has a width equal to 90 to 110% of the averaged groove width, and the peripheral width in proximity mostly to the tire equator plane in the area on the vehicle outside has a width smaller 10% or more than the averaged groove width, whereby the co-existence of the anti-hydroplaning performance and tire noise suppressing performance, which conflicted with each other, can be established at a high level.

[続葉有]

WO 2004/024471 A1



平市 小川東町 3-1-1 株式会社ブリヂストン 技術
センター内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 杉村 興作 (SUGIMURA, Kosaku); 〒100-0013
東京都千代田区霞が関3丁目2番4号霞山ビルディ
ング Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: この発明は、乗用車用として好適なタイヤ、特にウェット路面に対する耐ハイドロプレーニング性能が
高くかつタイヤ騒音の低い非対称トレッドパターンを有するタイヤに関して、車両装着時にタイヤ赤道面より車両
内側の領域に少なくとも2本および同車両外側の領域に少なくとも1本は有するトレッドパターンにおいて、該
車両内側の領域に配置した周方向溝のうち、タイヤ赤道面に最も近接した周方向溝は、該タイヤの平均溝幅より
20%以上広い幅を有し、車両内側の領域のトレッド端側に配置した周方向溝は、平均溝幅の90~110%の幅
を有し、車両外側の領域でタイヤ赤道面に最も近接した周方向溝は平均溝幅より10%以上狭い幅を有することに
よって、従来は背反の関係にあった、耐ハイドロプレーニング性とタイヤ騒音の抑制能とを、高次元で両立する。

明 細 書

非対称トレッドパターンを有するタイヤおよびその装着方法

〔技術分野〕

この発明は、乗用車用として好適なタイヤ、特にウェット路面に対する耐ハイドロプレーニング性能が高くかつタイヤ騒音の低いタイヤとその装着方法に関するものである。

〔背景技術〕

車両装着時に該車両の内外に対する向きが指定される、非対称トレッドパターンを有するタイヤについては、種々の文献が散見される。

例えば、販売されている非対称パターンを有するタイヤでは、タイヤ赤道面を挟む車両装着外側のトレッド部分を操縦性向上のために、残る内側部分を排水性向上のために、それぞれ供する等、機能を分けて構成されていることが、非特許文献 1 に記載されている。一般的な構成手法としては、トレッドの車両装着外側では、トレッド踏面における溝面積の比、つまりネガティブ比を小さくしてブロック剛性を大きくし、一方内側ではその反対にネガティブ比を大きくしてブロック剛性を小さくしている。

また、「月刊タイヤ 2001 年 3 月号、新商品ハイライト」に示されるように、周方向主溝をトレッドの車両装着外側域に 1 本と、同内側域に 2 本の周方向主溝および傾斜溝とによって、ウェット性能、気柱管共鳴による騒音および車両装着外側の磨耗という、背反性能を改善しようとした例もある。この例では、ウェット性能について湿潤路面での一般走行性能を見ており、特に耐ハイドロプレーニング性能については言及されていない。

しかしながら、実際にタイヤを使用した場合、つまり車両にタイヤを装着した状態において、上記した構成のタイヤの性能を評価したところ、タイヤ騒音の抑

制と耐ハイドロプレーニング性能とを両立できない場合が多かった。

なお、特開平10-217719号公報の実施例にはウェット性能について記載されているが、一般に、ハイドロプレーニング現象が発生するケースは、水深の深い場合であり、この例の一般の湿潤路面には含まれないと解釈される。

〔発明の開示〕

この発明は、上記従来技術の有する問題点を解決することを課題としてなされたものであり、従来は背反の関係にあった、耐ハイドロプレーニング性能の向上とタイヤ騒音の抑制とを、高次元で両立するための手法について提案することを目的としている。

そこで、発明者らは、タイヤ騒音の抑制と耐ハイドロプレーニング性能とを両立できない場合について詳細に検討したところ、この場合に共通していることは装着車両に対地キャンバーが付与されている点にあり、その際タイヤの接地形状が対地キャンバー0°の場合と異なっていることに起因することがわかった。このように、従来は車両装着状態においてタイヤ性能の最適化がなされていない点が問題であった。

また、発明者らは、耐ハイドロプレーニング性能の向上およびタイヤ騒音の抑制に加えて、ドライ路面における車両の安定性並びに耐摩耗性能を確保する手段についても、鋭意究明した。すなわち、タイヤを実際の車両に装着し、使用される状況、特にタイヤ装着姿勢（キャンバー角やトーインなど）と、その時の接地形状と排水や水の流れ（流線）とに着目し、これらについて詳細に解析した結果、以下の（a）～（d）の知見を得るに到った。

（a）ほとんどの車両において、僅かなトーインやネガティブキャンバーの下でタイヤが装着されていること、

（b）その結果、タイヤ赤道面から装着時の車両内側に接地の長い部分が移動するため、操縦安定性を向上するには、接地面積とベルト剛性の観点から、トレッドセンター部（ベルト張力最大部）とトレッド接地周長最大部との中間に、タイ

ヤ幅方向剛性の大きなパターンが必要になること、

(c) 一方で、トレッドセンター部分では、ベルト剛性が高いために、タイヤ幅方向剛性の高い陸部において、タイヤの回転に伴って発生する周方向歪みが大きく、蹴りだし時に、その歪みが開放されることに起因して摩耗が大きくなる。このような現象を回避するには、タイヤの幅方向剛性と周方向のゴムの逃げ場とを両立する必要があること、

(d) 耐ハイドロプレーニング性、つまり排水性への周方向溝の寄与は、トレッドの周方向接地長の最大部で最大となる。従って、耐ハイドロプレーニング性と操縦安定性の向上とを両立するには、上記(a)との関係から、陸部位置と周方向溝位置とをずらし、かつ車両装着時にタイヤ赤道面の車両内側における周方向溝を幅広にするのが有効であること、

を見出し、ドライ路面における車両の安定性並びに耐摩耗性能を確保する手段についても導くに到った。

さらに、発明者らは、車両装着時に車両内側となるタイヤショルダー部分の偏摩耗に関しても鋭意検討し、それを抑制するための手段をも導くに到った。

この発明は、上記の各知見に基づいて成されたものである。

すなわち、この発明の要旨構成は、次のとおりである。

(1) 車両装着時に該車両の内外に対する向きが指定される、非対称トレッドパターンを有するタイヤであって、そのトレッド表面に、タイヤ赤道面に沿って延びる周方向溝を、車両装着時にタイヤ赤道面より車両内側の領域に少なくとも2本および同車両外側の領域に少なくとも1本は有し、該車両内側の領域に配置した周方向溝のうち、タイヤ赤道面に最も近接した周方向溝は、該タイヤの平均溝幅より20%以上広い幅を有し、車両内側の領域のトレッド端側に配置した周方向溝は、平均溝幅の90~110%の幅を有し、車両外側の領域でタイヤ赤道面に最も近接した周方向溝は平均溝幅より10%以上狭い幅を有することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(2) 上記(1)において、車両外側の領域に1本の周方向溝を有し、かつ車両内側の領域に配置した、タイヤ赤道面に最も近接した周方向溝は、平均溝幅の120～145%の幅を有することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(3) 上記(1)において、車両外側の領域に2本の周方向溝を有し、かつ車両内側の領域に配置した、タイヤ赤道面に最も近接した周方向溝は、平均溝幅の130～160%の幅を有することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(4) 上記(1)ないし(3)のいずれかにおいて、周方向溝に挟まれた、タイヤの赤道上または近傍に、タイヤ赤道面に沿って延びるリブ状陸部を有し、該リブ状陸部は、そのタイヤ幅方向中心が、タイヤ赤道面より、タイヤにネガティブキャンバーを付与した際にトレッド接地域の周方向長さが伸びる側に位置し、かつタイヤ赤道面を横切る向きに延びる細溝を複数本有し、該細溝は、トレッドのタイヤ半径方向に対して傾いた向きに延びる部分を有し、さらにリブ状陸部を挟む2本の周方向溝のうち、上記トレッド接地域の周方向長さが伸びる側に位置する周方向溝が幅広であることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(5) 上記(4)において、細溝は、タイヤ幅方向に対して $5 \sim 55^\circ$ の傾きを有することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(6) 上記(4)または(5)において、細溝は、トレッド表面において開口していることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(7) 上記(4)、(5)または(6)において、細溝の開口幅が2mm以下であることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(8) 上記(4)または(5)において、細溝は、トレッド表面において閉口していることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(9) 上記(1)ないし(3)のいずれかにおいて、周方向溝に挟まれた、タイ

ヤの赤道または近傍に、タイヤ赤道面に沿って延びるリブ状陸部を有し、該リブ状陸部は、そのタイヤ幅方向中心が、タイヤ赤道面より、タイヤにネガティブキャンバーを付与した際にトレッド接地域の周方向長さが伸びる側に位置し、かつタイヤ赤道面を横切る向きを長軸とする楕円状に窪んだディンプルを複数有し、さらにリブ状陸部を挟む2本の周方向溝のうち、上記トレッド接地域の周方向長さが伸びる側に位置する周方向溝が幅広であることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(10) 上記(9)において、ディンプルは、その長軸がタイヤ幅方向に対して $5 \sim 45^\circ$ の傾きを有することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(11) 上記(1)ないし(3)のいずれかにおいて、周方向溝とトレッド端との間に区画される陸部のうち、車両装着時に車両内側となる陸部に設けられることのある横溝の、トレッド幅方向の単位幅あたりの、トレッドの全周にわたるトータル容積を、車両装着時に車両外側となる陸部の同様のトータル容積よりも小さくしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(12) 上記(11)において、車両装着時に車両内側となる陸部に、周方向溝から独立した、最大深さが周方向溝の深さの $1/3$ 以上である複数の孔を設け、かつ当該陸部のトレッド幅方向中心を通る線のトレッド端側の領域の凹部容積を、同幅方向中心を通る線のトレッド端と逆側の領域の凹部容積より大きくしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(13) 上記(11)または(12)において、車両装着時に車両内側となる陸部を、細幅周溝によりトレッド幅方向外側部分と同幅方向内側部分とに分割して、その幅方向外側部分の幅を、同幅方向内側部分の幅よりも狭くするとともに、トレッド幅の $1/10$ 以下としてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(14) 上記(13)において、タイヤ幅方向の断面内において、トレッド幅方向外側部分の側面の、輪郭を構成する曲線の曲率中心のうちの少なくとも一つを、

タイヤの外側に位置させる一方、同幅方向内側部分の輪郭を構成する曲線の曲率中心を、タイヤの内側に位置させてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(15) 上記(11)ないし(14)のいずれかにおいて、その細幅周溝の幅を、溝底からトレッド表面側にむかって漸次広くしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(16) 上記(11)ないし(15)のいずれかにおいて、タイヤの最大負荷能力の70%以上の負荷の作用下で、車両に装着されて内側となる陸部の、複数の孔を設けた領域の少なくとも一部が接地することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(17) 上記(11)ないし(16)のいずれかにおいて、車両に装着されて内側となる陸部において、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて孔の開口寸法を大きくしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(18) 上記(11)ないし(17)のいずれかにおいて、車両に装着されて内側となる陸部において、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて複数の孔相互間の間隔を小としてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(19) 上記(11)ないし(18)のいずれかにおいて、車両に装着されて内側となる陸部において、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて孔の深さを深くしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(20) リムの幅方向の一方の端部分に入力される半径方向の力の、車軸への伝達率が、リムの幅方向の他方の端部分に入力される半径方向の力の同様の伝達率よりも大きいホイールに装着される、上記(1)ないし(3)のいずれかに記載のタイヤであって、

周方向溝とトレッド端との間に区画される陸部のうち、ホイールに装着されて伝達率が大きい側に位置する陸部に設けられることのある横溝のトレッド幅方向の単位幅あたりの、トレッドの全周にわたるトータル容積を、他方のトレッド端側の陸部に設けた横溝の同様のトータル容積よりも小さくするとともに、伝達率

が大きい側に位置する陸部を、細幅周溝によりトレッド幅方向外側部分と同幅方向内側部分とに分割し、この幅方向内側部分に、周方向溝および横溝から独立した複数の孔を設けてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(21) 上記(20)において、細幅周溝の幅を溝底からトレッド表面側にむかって漸次広くしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(22) 上記(20)または(21)において、トレッド幅方向内側部分に設けた複数の孔の開口寸法を、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて大きくしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(23) 上記(20)ないし(22)のいずれかにおいて、トレッド幅方向内側部分に設けた複数の孔の相互間隔を、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて小としてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(24) 上記(20)ないし(23)のいずれかにおいて、トレッド幅方向内側部分に設けた複数の孔の深さを、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて深くしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(25) 上記(20)ないし(24)のいずれかにおいて、タイヤの最大負荷能力の70%以上の負荷の作用下で、トレッド幅方向内側部分の、複数の孔を設けた領域の少なくとも一部が接地することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(26) 上記(20)ないし(25)のいずれかにおいて、タイヤ幅方向の断面内において、トレッド幅方向外側部分の側面の、輪郭を構成する曲線の曲率中心のうちの少なくとも一つを、タイヤの外側に位置させる一方、同幅方向内側部分の輪郭を構成する曲線の曲率中心を、タイヤの内側に位置させてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(27) 上記(1)ないし(3)のいずれかに記載のタイヤを、適用リムに組付けて規定の空気圧を充填し、かつ最大負荷能力に相当する質量を負荷した状態において、装着内側もしくは外側のいずれか一方の有効接地面積が他方のそれより

大きくなり、また、規定の空気圧の充填姿勢で、タイヤ赤道面と直交するトレッド外表面接線からそれぞれのトレッド接地縁までの半径方向距離が、有効接地面積の小さい装着側で、他方の装着側より大きくしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(28) 上記(27)において、有効接地面積の大小の比($S_{大}/S_{小}$)と、半径方向距離の大小の比($H_{大}/H_{小}$)との関係を、

$$(S_{大}/S_{小}) = A \times (H_{大}/H_{小})$$

但し、 A は1.0～1.4

としてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

(29) 常時または随時にネガティブキャンバーが付与されるサスペンションを介して、車両に上記(1)ないし(28)のいずれかに記載のタイヤを装着するに当たり、

車両装着時にタイヤ赤道面より車両内側の領域において、タイヤ赤道面に最も近接して設けた周方向溝が、タイヤにネガティブキャンバーを付与した際にトレッド接地域の周方向長さが最大となる位置に重なる、使用形態となることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤの装着方法。

(30) 幅方向断面形状が赤道面に対して左右対称であるタイヤを装着したホイールを軸部材に取付け、タイヤトレッドの各ショルダー部を異なる複数の周波数にて半径方向に加振し、加振力に基づいて軸部材に生じる軸入力、加振力に対する比率として表わされる伝達率をそれぞれ求め、各周波数ごとの伝達率の平均値を各ショルダー部ごとに求めて、それぞれの伝達率の平均値のいずれが大きいかを判定する、ホイールの振動伝達特性の測定方法。

(31) 上記(30)において、加振される周波数の帯域が300～1000Hzであるホイールの振動伝達特性の測定方法。

ここで、周方向溝とは、トレッド幅の2.5%以上の幅を持つトレッド周方向に延びる溝である。

また、上記（１１）における横溝とは、トレッド周方向に対して 20° 以上の傾斜を有するものをいう。

さらに、上記（１１）において、凹部容積とは、各領域内の周方向溝、横溝、孔の全ての容積をタイヤの全周にわたって積算したものである。

同様に、上記（１２）において、トレッド幅とは、タイヤを適用リムに装着するとともに、規定の空気圧を充填し、そこに最大負荷能力に対応する質量を負荷したときの接地幅をいうものとする。ここで適用リムとは下記の規格に規定されたリムをいい、最大負荷能力とは、下記の規格でタイヤに負荷することが許される最大の質量をいい、規定の空気圧とは、下記の規格において、最大負荷能力に対応して規定される空気圧をいう。

そして規格とは、タイヤが生産又は使用される地域に有効な産業規格によって決められている。例えば、アメリカ合衆国では“The Tire and Rim Association Inc. の Year Book”であり、欧州では“The European Tire and Rim Technical Organization の Standards Manual”であり、日本では日本自動車タイヤ協会の“JATMA Year Book”である。

なお、この明細書では、リブ状陸部およびブロック状陸部列を区別することなく、陸部と総称する。

さて、様々なタイヤにおいて、ハイドロプレーニング現象を数値解析して詳細な検討を加えたところ、排水性を向上できる溝の向きは、水の流れる方向（流線方向）であり、この流線方向は接地形状の法線方向とほぼ同じであることがわかった。このため直進時はトレッドセンター付近における周方向溝が排水性の向上により寄与し、トレッド幅方向の接地端付近では幅方向溝が排水性の向上に寄与することになる。また、耐ハイドロプレーニング性能にとって重要である前輪に注目すると、制動時は荷重が増え、サスペンションがストロークする結果、ネガティブキャンバーが付きやすいこともわかった。このとき、接地形状の法線が周方向を向くタイヤ幅方向位置は、タイヤ装着時の車面内側へと移動することもわ

かった。従って、装着内側に周方向溝を設けると排水性をより向上できることが、新たに判明したのである。

ここで、扁平率が異なるなどで接地形状が異なるタイヤを種々観察したところ、実際に使用されている条件での接地形状における最大幅と最大周方向長とを比較したとき、例えば図1に周方向溝1 a～1 dを有するトレッドパターン上に接地形状を太線で示すように、同図(a)の最大幅の方が最大周長より大きい場合は、その逆の同図(b)に示す場合に比べて、周方向溝がより多くの水を排水していることがわかった。すなわち、図示の場合は、同図(a)では周方向溝1 a～1 dの4本で全体の排水量の80%に達するのに対し、同図(b)では周方向溝1 a～1 dの合計で全体の排水量の60%である。

従って、この接地最大幅が最大周長より大きい同図(a)に例示したタイヤの場合、トレッドセンター付近で周方向溝を多くすることでより排水性が向上し、耐ハイドロプレーニング性能を向上できるのである。

一方で、周方向溝は接地長と同じ長さの管を路面との間で形成し、この管が、あたかも笛のように音を出す気柱管共鳴という騒音源になる。ところが、1本だけの周方向溝をタイヤ幅方向の色々な位置に設けた、各タイヤについて、その気柱管共鳴音を測定した結果を図2に示すように、同じ溝断面および幅(管断面)そして接地長さ(管長)の場合でも、気柱管共鳴音はタイヤの幅方向位置で大きさ、言い換えると感度が異なることがわかった。この感度は、トレッドの装着内側の方が低く、装着外側で最大になる。トレッドセンターから装着内側に向かう感度低下は、同センターから装着外側に向かう感度増加より大きい。

以上より、耐ハイドロプレーニング性能を向上するためには、周方向溝を適正に活用することが有効であり、その溝からの騒音を低減するためにはトレッドセンターより装着内側に溝を多く設けることが良いことがわかった。

かような知見に基づいて構成された、この発明に従うトレッドパターンの典型例を、図3に示す。

すなわち、このトレッドパターンは、車両装着時にタイヤ赤道面Oより車両内側の領域に少なくとも2本、図示例で2本の周方向溝1 aおよび1 bと、同車両外側の領域に少なくとも1本、図示例で1本の周方向溝1 cとを有するものである。

ここで、車両内側の領域に配置した周方向溝1 aおよび1 bのうち、タイヤ赤道面Oに最も近接した周方向溝1 bは、タイヤの総溝幅（トレッドに配置した周方向溝の合計幅）を周方向溝の本数で除した値で定義される、平均溝幅より20%以上広い幅を有し、車両内側の領域のトレッド端側に配置した周方向溝1 aは、平均溝幅の90～110%の幅を有し、車両外側の領域の周方向溝1 cは平均溝幅より10%以上狭い幅を有することが肝要である。

すなわち、トレッドの幅方向中央領域では、単位接地幅当たりに溜まる水の量は周辺領域よりも20%以上多いため、最もタイヤ赤道面に近い周方向溝1 bは、平均溝幅より、その20%以上広くすると排水性が極めて向上する。なお、周方向溝1 bの溝幅が平均溝幅の100%をこえて広がると、接地時に周方向溝1 b中央部がつぶれて排水が困難になる、おそれがあるため、溝幅の増加は平均溝幅の100%を上限とすることが好ましい。

一方、車両外側の周方向溝1 cは、気柱管共鳴感度が高いので平均溝幅より10%以上狭くすることにより、周方向溝1 bさらには1 aの幅を広げた分を含めて騒音の抑制能を改良できる。なお、周方向溝1 cの幅が3mm未満になると、溝としての機能を発揮できなくなる、おそれがあるため、下限を3mmとすることが好ましい。

装着時車両内側の最もショルダー側の周方向溝1 aは、気柱管共鳴の感度が低いため、溝幅を広げても狭めても騒音に対する影響は少ない。従って、制動時ネガティブキャンバー下の耐ハイドロプレーニング性能をより向上させるには、平均溝幅より10%まで広くすれば十分である。一方、直進時の耐ハイドロプレーニング性能を向上させるには、装着外側の溝と合わせて排水性を向上させるよう

に、溝幅を10%まで平均溝幅より狭くすると良い。換言すると、車両装着時に車両外側の周方向溝の幅を平均溝幅の10%減近くにすることによって、同様に10%より大きく狭まった場合に比して、装着外側の排水性も向上できる。

ここで、接地最大幅と接地周方向長の差が少ないとき、つまり少し横長の接地形状である場合、例えばタイヤのへん平比が高めである場合や、荷重負荷が大きい場合、周方向溝の排水効率は接地最大幅が接地周方向長より大きい時よりも小さくなる。換言すると、極端に横長の接地形状の場合は、周方向溝の排水効率が大きくなる。また、装着外側では気柱管共鳴の感度が大きいので、装着外側領域の周方向溝は1本の方が耐ハイドロプレーニング性能、騒音性能ともに良くなる場合が多い。この場合、単位接地幅あたりに中央領域に溜まる水の量は周辺領域よりも20～45%多いため、装着内側の周方向溝1bの幅は平均溝幅の20～45%広くすることによって、耐ハイドロプレーニング性能をさらに向上できる。

また、接地最大幅と接地周方向長との差が大きいとき、つまり横長の接地形状である場合、例えばタイヤのへん平比が低い場合や、荷重負荷が小さい場合、周方向溝の排水効率は接地最大幅と接地周方向長との差が小さい時よりも大きくなる。このため、装着外側に2本の周方向溝を設けた方が耐ハイドロプレーニング性能をより効果的に向上できる。また、単位接地幅あたりに中央領域に溜まる水の量は周辺領域よりも25～55%多いため、装着内側の周方向溝1bの幅は平均溝幅の25～55%広くすることによって、耐ハイドロプレーニング性能をさらに向上できる。

次に、上記のトレッドパターンを有するタイヤを実際に車両に装着する方法について、詳しく説明する。

車両装着時にネガティブキャンバーが付いて使用される場合や乗車人員貨物の変化、制駆動変化などの荷重変化でネガティブキャンバーが付与されて使用される場合、接地形状はタイヤ赤道面より装着内側で接地長が長くなる。この時は接地長が最大になる位置では周方向溝の排水効率が最大になり、さらに、この位置

はタイヤ赤道面より内側で気柱管共鳴の感度が低くなる位置でもあることは、既に述べたとおりである。従って、上記において幅広とした周方向溝 1 b が、図 4 に示すように、タイヤにネガティブキャンバーを付与した際にトレッド接地域の周方向長さが最大となる位置 m L に重なる、装着姿勢を与えることが有利である。ここで、「重なる」とは、周方向溝 1 b 内に位置 m L が含まれる配置であればよく、必ずしも位置 m L が周方向溝 1 b の幅中心にある必要はない。

このように装着がなされることによって、耐ハイドロプレーニング性能の向上と気柱管共鳴騒音の低減とを両立することが可能になる。

次に、上記に従ってウェット路面に対する耐ハイドロプレーニング性能を高く維持してなお、ドライ路面における車両の安定性並びに耐摩耗性能を確保した、高運動性能タイヤについて説明する。

ところで、ラジアルタイヤにおいて、高速走行性能を高めるためには、タイヤの扁平化による、トレッド部やトレッド部内側のベルト部の強度上昇等が有効とされているが、このタイヤにウェット路面での操縦安定性をもたせるためには、扁平化に伴って幅広化されているトレッド部での排水性を高めることが必要になってくる。この場合、いわゆる耐ハイドロプレーニング性能を上げるために、トレッド陸部の接地率を下げたり、排水時に水が流れる方向（流線）と沿うようにトレッド部の幅方向中央部に広幅の周方向溝を設けたり、ショルダー部では斜めの流線に合わせ、タイヤの赤道に対して斜め方向に延びる傾斜溝を設け、排水の効率を上げるといったことが行われている。

一方で、ドライ路面を高速走行する場合等のグリップ力および操縦安定性を発現させることを所期して、いわゆる籐（たが）効果によるセンター部での高いベルト張力並びに高い剛性を利用するために、トレッドセンター部にあまり溝等を設けないリブ基調のトレッドパターンが採用されている。

従って、ウェット路面での排水性とドライ路面を高速走行する場合等のグリップ力および操縦安定性とは、どうしても背反してしまうのが現状である。加えて、

トレッドセンター部は、前述のように高いベルト剛性を持つため、回転に伴うトレッドセンター部の周方向歪みが過大となり、センター部が優先して摩耗してしまう、いわゆるセンター摩耗が生じやすくなるといった問題もある。

かような状況を踏まえて、上記した種々の要求性能を現実的に妥協できるところとして、トレッドパターンの設計が行われているのが現状である。しかしながら、どうしても多くを満足する結果は得ることができなかった。

そこで、この発明では、従来は背反の関係にあった、耐ハイドロプレーニング性と操縦安定性及び耐摩耗性能とを、高次元で両立するための手法を、上記(4)～(10)に示したように確立した。

以下に、この手法について、図面に基づいて詳しく説明する。

図5は、この発明に従う乗用車用タイヤのトレッドパターンであり、この例では、タイヤ赤道面Oに沿って延びる周方向溝1a～1dを4本有し、これら周方向溝1a～1d間およびトレッド端Tとの間に、両トレッド端T側にブロックを連ねた陸部2aおよび2b、そのタイヤ幅方向内側に陸部3aおよび3b、そしてタイヤ赤道面O上にリブ状陸部4を、それぞれ区画して成る。

また、陸部3aおよび3bは、タイヤ赤道面Oに対して傾斜して延びかつタイヤ幅方向外側に開口する傾斜溝5aおよび5bを有する。さらに、リブ状陸部4は、タイヤ赤道面Oを横切る向きに延びる細溝6を複数本有する。

ここで、図5にタイヤにネガティブキャンバーを付与した際の接地形状を太線で示すように、リブ状陸部4は、そのタイヤ幅方向中心Sが、タイヤ赤道面Oより、タイヤにネガティブキャンバーを付与した際のトレッド接地域の周方向長さが伸びる側(トレッド接地長最大位置mLの存在する側)に位置させることが肝要である。

すなわち、上述したトレッドセンター部での箍効果による高いベルト張力が発生する高ベルト剛性部であり、かつ接地長の伸びによって接地面積が拡大する部分に、リブ状陸部4を配置することができるため、操縦安定性を大幅に高めるの

に有効である。

また、高いベルト剛性によりトレッドセンター部にあるリブ状陸部 4 に磨耗が集中しないように、上記したように、リブ状陸部 4 に細溝 6 を設けることも必要である。すなわち、細溝 6 によって、タイヤ回転に伴う周方向歪みを緩和することができるため、蹴り出し時に生じる歪みが開放される際の磨耗が抑制されるのである。

一方で、細溝 6 を設けることはリブ状陸部 4 のタイヤ幅方向剛性の低下を招くことから、これによるグリップ力の低下を最小限に抑えるために、接地時のひずみの緩和と横方向剛性とを両立させる必要がある。すなわち、接地域において、細溝 6 によって区画される陸部が周方向には逃げつつ、幅方向には互いに干渉し合って横方向剛性を保持できるように、細溝 6 は、トレッドのタイヤ半径方向に対して傾いた向きに延びる部分を有することが有利である。

ここで、細溝 6 が、トレッドのタイヤ半径方向に対して傾いた向きに延びる部分を有するとは、細溝 6 がタイヤ半径方向および幅方向に一樣に延びていないことを意味し、具体的には、図 6 にリブ状陸部 4 における細溝 6 の深さ方向における立体図を示すように、例えば細溝 6 をタイヤ幅方向に 3 分割し、各部分の深さ方向への切り込みをタイヤ半径方向に対して傾けると共に、隣接部分相互で互い違いの向きを与えることが好ましい。このとき、各部分の切り込み相互がなす角度 α を、 $5 \sim 30^\circ$ の範囲とすることが有利である。

また、トレッドのタイヤ半径方向に対して傾いた向きの切り込みによる細溝 6 は、図 6 に示した例以外にも、切り込みが振じれながら、タイヤ半径方向に対して傾いた向きに延びるもの、トレッド表面からの切り込みが途中から異なる向きに延びるもの、またはトレッド表面からの切り込みが途中からタイヤ幅方向に複数分割して延在方向を分割部分間で異ならせたもの等、要は、各細溝がタイヤ幅方向に不連続であることを基本としていればよい。

なぜなら、かような向きに延びる細溝 6 を設けることによって、周方向の歪み

は逃す一方、タイヤ幅方向に溝の連続することが回避される結果、溝をタイヤ幅方向で区画規制する、隣り合う壁による干渉によって変形を抑制し、剛性を確保することができるからである。

かくして、両立の難しかった耐ハイドロプレーニング性と操縦安定性及び耐磨耗性能との背反性能を高次元で両立することができるのである。

また、タイヤ転動時の踏み込み時に路面と陸部とが接地して発生する、いわゆるパターンノイズを小さくするため、細溝6はタイヤ幅方向に対して $5 \sim 55^\circ$ の範囲で傾けることが好ましい。すなわち、この角度が 5° 未満では、タイヤの回転時に細溝と接地形状ラインが周期的に一致して大きなパターンノイズの発生原因になる、おそれがある。一方、 55° をこえると、リブ状陸部4の幅方向剛性が低下して操縦安定性に悪影響を及ぼす、おそれがある。

さらに、細溝6は、トレッドセンター部の磨耗を抑制する観点からは、トレッド表面において開口していることが好ましく、具体的には開口幅が2mm以下で開口していれば、周方向ひずみ低減効果を十分に発揮することができる。

同様に、細溝6は、操縦安定性を向上する観点からは、トレッド表面において開口していることが好ましい。

なお、上記の細溝6に換えて、図7に示すように、タイヤ赤道面Oを横切る向きを長軸とする楕円状に窪んだディンプル7を形成することによって、上記した細溝6と同様の作用効果を得ることができる。この場合、ディンプル7の長軸中心を、リブ状陸部4のタイヤ幅方向中心に一致させることが好ましい。

また、上記に従ってウェット路面に対する耐ハイドロプレーニング性能を高く維持し、かつ騒音を低減したタイヤにおいて、さらに偏摩耗を抑制する技術を付与する場合について説明する。

さて、一般に空気入りタイヤでは、車両に装着されて装着の内側となる部分の摩耗に関しては、前輪で問題になる場合が多い。これはもともとの車両設定がネガティブキャンバーであるものが比較的多いことに加えて、制動時に前輪の荷重

が増加し、前輪のアライメントがネガティブキャンバーでかつトーアウトに増加することが大きな要因となっている。

ネガティブキャンバーの場合、装着内側となるショルダー部の接地長が、外側の接地長よりも長くなるので、この状態でトーインもしくはトーアウトの微小なスリップ角が加わった場合、タイヤの横ずれが大きくなって、装着内側となるショルダー部が横力を余計に負担することになり、これが装着内側となるショルダー部が外側のショルダー部に対してより多く摩耗する偏摩耗の要因となる。

また、装着内側となるショルダー部の縦たわみが外側のショルダー部よりも大きくなるので、幅が広がり、その幅が広がった領域が引きずられて制動方向の力を受けこれも偏摩耗の要因となる。

しかも装着内側となるショルダー部は、外側のショルダー部に較べて撓みが大きく回転半径が小さくなるので、引きずられて制動方向の力を受ける。この力の負担は接地端に近い領域ほど大きくなり、偏摩耗核はこの領域に発生しやすい。

このようにして装着内側となるショルダー部に発生する偏摩耗は、車両への装着状態においては見えにくく、運転者が気づきにくいので、適切な処置をしないままに放置した場合には偏摩耗が進展して、最悪の場合、タイヤバースト等の故障の原因ともなるおそれがあった。

そこで、この発明では、車両に装着されて車両内側となる側のショルダー部分の偏摩耗をより効果的に抑制するための手法を、上記（１１）～（１９）に示したように確立した。

この手法について、図面に基づいて詳しく説明する。なお、図８以降の図面では、主に陸部構成について説明することから、周方向溝の幅を正確に示したのではなく、溝幅については、この発明の要件の下に、適宜の変更が可能である。

すなわち、図８に、車両への装着姿勢のタイヤの正面視で示すトレッドパターンの展開図を示す。このタイヤの内部構造は、一般的なラジアルタイヤのそれと同様であるので、ここでは図示を省略する。トレッドＴＤに、その周方向に連続

して延びる少なくとも二本、図では三本の周方向溝 1 a、1 b および 1 c を設け、それら周方向溝 1 a および 1 c とトレッド端 T とにより区画される陸部 2 a および 2 b について、車両に装着されて内側となる陸部 2 a をリブ状にする一方、車両に装着されて外側となる陸部 2 b には横溝 8 を設けてブロックが並ぶ陸部列とすることによって、陸部 2 a に設けられることのある横溝（図示例では横溝を設けていない）の、トレッド幅方向の単位幅あたりの、トレッドの全周にわたるトータル容積を、他方のトレッド端側の陸部 2 b に設けた横溝 8 の同様のトータル容積よりも小さし、結果として陸部の周方向剛性を陸部 2 b より陸部 2 a で大きくしたところに特徴がある。なお、三本の周方向溝間に区画される他の二列の陸部 3 a および 3 b のそれぞれにも、横溝 9 a および 9 b を設けてあるが、図示例に限定されるものではない。

さらに、陸部 2 a に、周方向溝 1 a から独立した複数の孔 10 を設け、陸部 2 a の幅方向の中心線 C i よりトレッド端 T 側の領域の凹部容積を、その中心線 C i のトレッド端 T と逆側の領域の凹部容積よりも大きくする。

これによれば、陸部 2 a の周方向剛性を、陸部 2 b の周方向剛性よりも大きくすることにより、陸部 2 a が接地面内で圧縮変形されて、接地長さが長くなり、横溝が縮んで、回転半径が小さくなって、回転半径の大きい陸部 2 a のショルダ一部に対して、車両進行方向とは逆方向側の力つまり制動方向の力を受け、偏摩耗が発生することを防止することができる。

ここで、陸部 2 a において横溝が設けられることがあるということは、図示例のように設けられない場合もあるということであり、その場合の横溝のトータル容積は勿論ゼロである。

なお、図示例では、陸部 2 a に横溝はないが、陸部 2 a には陸部 2 b より周方向剛性が大きい条件の下、陸部 2 b より少ない本数の横溝を設けてもよい。

その際、陸部 2 a の、横溝本数を低減することにより、周方向の幾何学的な不連続部分を少なくして、周方向の不均一摩耗であるヒールアンドトゥ摩耗をも抑

制することができる。

また、三本の周方向溝 1 a、1 b および 1 c により、陸部 2 a、2 b より幅方向内側に区画される二列の陸部列 3 a、3 b にも、それぞれ横溝 9 a、9 b を設けることにより、それらの溝縁を制動力および駆動力の増加に有効に寄与させることができ、併せて、トレッド中央域の排水性能を向上することができる。

一方、孔 1 0 は、それらを設けた領域のせん断剛性を低減させて、横力に対するこの領域の負担を小さくして、反力の発生を抑制し、また、この領域が制動方向に引きずられた場合にも、制動力に対する反力の発生を抑制して、偏摩耗の発生を抑制することができる。

また、孔 1 0 の最大深さを、周方向溝 1 a、1 b および 1 c の深さの $1/3$ 以上とすることにより、タイヤの摩耗が進展した場合でも、複数の孔 1 0 を設けることによる偏摩耗の発生の抑制効果を確保することができる。なお、周方向溝 1 a、1 b および 1 c の深さが異なる場合は、孔 1 0 に隣接する周方向溝（図示例で 1 a）の深さを基準とする。一方、孔 1 0 の最大深さの上限は、ベルトの最外層より 1 mm 径方向外側に達する深さまでにすることが、ベルト層と溝底とのゴム厚みを確保する上で好ましい。ちなみに、周方向溝 1 a、1 b および 1 c の深さについて、直進時のハイドロプレーニング性能を向上させるためには、周方向溝 1 a、1 b を深く、コーナリング時のハイドロプレーニング性能を向上させるためには、周方向溝 1 c を深くすることが望ましい。

さらに、凹部容積を装着内側の陸部 2 a の中心線 C i よりトレッド端側領域で、中心線 C i のトレッド端と逆側の領域より大きくすることで、偏摩耗の発生しやすいトレッド端側領域で、偏摩耗の抑制効果を高めることができる。

また、好ましくは、車両に装着されて内側となる陸部 2 a を、細幅周溝 1 1 によりトレッド幅方向外側部分 1 2 と同幅方向内側 1 3 とに分割して、その幅方向外側部分 1 2 の幅 w を、幅方向内側部分 1 3 の幅 w_0 よりも狭くするとともに、トレッド幅 W の $1/10$ 以下とする。

これによれば、もっとも偏摩耗が発生しやすい接地端近傍の幅方向外側部分 1 2 を分離して、それより内側の部分 1 3 への摩耗の進展を抑制することができる。また、幅方向外側部分 1 2 の幅 w を、幅方向内側部分 1 3 の幅 w_0 よりも狭く、かつトレッド幅 W の $1/10$ 以下とすることにより、偏摩耗体積を減らし外観を良好に保つことができる。

さらに好ましくは、図 9 に示すように、タイヤ幅方向の断面内において、幅方向外側部分 1 2 の側面の、輪郭 S_1 を構成する曲線の曲率中心のうちの少なくとも一つの曲率中心 C_1 を、その輪郭 S_1 のタイヤ外側に位置させる一方、同幅方向内側部分 1 3 の輪郭 S_2 を構成する曲線の曲率中心 C_2 を、輪郭 S_2 のタイヤ内側に位置させる。

これによれば、もっとも偏摩耗が発生しやすい接地端近傍の幅方向外側部分 1 2 の偏摩耗体積を一層減らして、外観を良好に保つことができる。

ここで、図 9 に示すように、細幅周溝 1 1 の幅 w_{10} は、その溝底からトレッド表面側にむかって漸次広くすることが好ましい。

これによれば、細幅周溝 1 1 が路面上の小石等の異物をかみこんだ場合でも、その異物を外れやすくして、異物を抱き込んだまま走行することにより、偏摩耗核が幅方向内側部分 1 3 に発生することを防止することができる。

さらに、タイヤの最大負荷能力の 70% 以上の負荷の作用下で、装着内側の陸部 2 a の幅方向内側部分 1 3 の、複数の孔 1 0 を配置された領域の少なくとも一部が接地する、トレッド構成とすることが好ましい。

これによれば、例えば前輪駆動車（FF 車）の後輪のように、前輪に比して低荷重となり接地幅が小さくなる場合でも、前述した複数の孔 1 0 の形成領域を接地させることによって偏摩耗の発生および進展の抑制の効果を担保することができる。

さらに好ましくは、装着内側の陸部 2 a の幅方向内側部分 1 3 において、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて孔 1 0 の開口寸法 R を大きくする。

これによれば、前述した複数の孔 10 を設けることによる、偏摩耗の発生および進展の抑制の効果を、横力や制動力の負担が大きい接地端に近づくにつれて大きくすることができる。また、偏摩耗の抑制に対し効果的な領域に孔 10 を配置して、それ以外の部分になるべく配置しないようにする事により、それ以外の部分で操縦安定性やトレッド耐久性を良好に保つことが可能となる。

また好ましくは、装着内側の陸部 2 a の幅方向内側部分 13 において、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて複数の孔 10 相互間の間隔 Q を小とする。

これによっても、偏摩耗の抑制効果を、接地端近傍で大きくすることができ、偏摩耗の抑制に対し効果的な領域のみに複数の孔を配置して、操縦安定性やトレッド耐久性を良好に保つことができる。

また好ましくは、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて孔 10 の深さを深くする。これによっても、偏摩耗の抑制効果を、接地端近傍で大きくすることができ、偏摩耗の抑制に対し効果的な領域のみに複数の孔 10 を配置して、操縦安定性やトレッド耐久性を良好に保つことができる。

さらに、上記に従ってウェット路面に対する耐ハイドロプレーニング性能を高く維持し、かつ騒音を低減したタイヤにおいて、さらにタイヤを装着するホイールとの関連のもとに車内の静粛性を向上させる技術を付与する場合について説明する。

さて、乗用車の車内の静粛性を阻害する要因としては、タイヤから発生する直接音とタイヤの振動が車内へ伝達されて発生する固体伝播音とが挙げられる。このうち固体伝播音は、タイヤが路面の凹凸により強制入力を受けて全体的に振動し、その振動が車軸を介して車体に伝播し、車内において音になるロードノイズと、タイヤのトレッドパターン自体が有する幾何学的不連続によりタイヤが振動しそれが車軸を介して車体へ伝播し、車内において音となるパターンノイズに大別される。

これらの騒音のうち、固体伝播音の増加は、従来はタイヤの弾性振動の増大に

原因をおくと考えられていたので、その低減のために、タイヤそれ自体に各種の対策が講じられてきたが、結果は必ずしも満足できるものではなかった。

これがため、発明者らは固体伝播音についての種々の研究を行ったところ、その結果、ホイールの振動特性が固体伝播音を増大させる重要な要素であるという知見を得た。また、タイヤの車両への振動伝達は、タイヤのトレッド部、左右のサイドウォール部、左右のビード部、ホイールリム、ホイールディスク、車軸の順番に行われ、タイヤトレッドの各ショルダー部から車軸に伝達される振動伝達特性はそれぞれ異なり、その態様はホイールディスクのホイールリムに対するオフセットの方向に起因するものではなく、ホイールそのものの寸法形状によるものであることも明らかになってきた。

そこで、この発明では、ホイールの種類ごとの振動伝達特性を考慮した上で、固体伝播音の低減対策を施して、車内の静粛性を向上する手法を、上記（２０）～（２６）に示したように確立した。

この手法について、図面に基づいて詳しく説明する。

すなわち、図１０は、ホイールに装着して空気圧を充填したタイヤを車両への組付姿勢としたときの正面視で示すトレッドパターンの展開図である。タイヤの内部構造は、一般的なラジアルタイヤのそれと同様であるので図示を省略する。

ここでは、トレッドＴＲに、その周方向に連続して延びる少なくとも三本の周方向溝１ａ、１ｂおよび１ｃを設け、それら周方向溝１ａおよび１ｃとトレッド端Ｔとにより区画される陸部２ａおよび２ｂについて、ホイールに装着されて伝達率が大きい側に位置することになる陸部２ａに設けられることのある横溝（図示例では横溝を設けていない）の、トレッド幅方向の単位幅あたりの、トレッドの全周にわたるトータル容積を、他方のトレッド端側の陸部２ｂに設けた横溝８の同様のトータル容積よりも小さくしたところに特徴がある。

なお、三本の周方向溝１ａ、１ｂおよび１ｃにより区画される二列の陸部３ａ、３ｂには、それぞれ傾斜溝９ａ、９ｂを設けてあるが、特にこの図示例に限定さ

れるものではない。

また、陸部 2 a に、トレッド周方向に連続して直線状に延びる細幅周溝 1 1 を設け、この細幅周溝 1 1 により陸部 2 a をトレッド幅方向に二分割する。ここでは細幅周溝 1 1 よりトレッド幅方向外側の部分 1 2 を狭幅リブとするとともに、細幅周溝 1 1 よりトレッド幅方向内側の部分 1 3 に、周方向溝 1 a および細幅周溝 1 1 から独立した複数の孔 1 0 を設ける。さらに、トレッド幅方向内側部分 1 3 にはトレッド周方向に等間隔にてサイプ 1 4 が設けられることもある。

これによれば、陸部 2 a の横溝のトータル容積を、陸部 2 b の横溝 8 のトータル容積よりも小さくすることにより、振動伝達特性が大きい側の陸部 2 a の周方向の不連続成分となる横溝を相対的に少なくすることができ、横溝が接地する際に発生するパターンノイズの発生を防止することができる。

ここで、陸部 2 a において横溝が設けられることがあるということは、図示例のように設けられない場合もあるということであり、その場合の横溝のトータル容積は勿論ゼロである。

また、陸部 2 a に、細幅周溝 1 1 および複数の孔 1 0 を設けることにより、陸部 2 a の圧縮剛性を低下させることで、路面凹凸からタイヤへの入力を減少させて、車軸へ伝達される振動を抑制し、車室内に伝達されるロードノイズを低減することができる。この際、細幅周溝 1 1 および複数の孔 1 0 は、横溝とは異なり、トレッド周方向に対しての不連続部分とはならないため、パターンノイズの発生をも抑制することができる。

一方、陸部 2 b には横溝 8 を設けることにより、トレッドパターン全体での溝容積は確保でき、ウェット排水性能を確保することができる。

また、トレッド幅方向内側部分 1 3 に複数の孔 1 0 を設けた上で、さらにサイプ 1 4 を設けることで、トレッド幅方向内側部分 1 3 の圧縮剛性をさらに下げることができる。これにより、ロードノイズをさらに低減することができる。

また、好ましくは、先に図 9 に示したところから明らかなように、細幅周溝 1

1の幅 w_{10} を、溝底からトレッド表面側にむかって漸次広くする。

これによれば、細幅周溝11が路面上の小石等の異物をかみこんだ場合でも、その異物を外れやすくして、異物を抱き込んだまま走行することにより、偏摩耗核が細幅周溝11のトレッド幅方向内側部分13に発生することを防止することができる。

さらに、好ましくは、図10に示すように、トレッド幅方向内側部分13に設けた複数の孔10の開口寸法 R を、タイヤ赤道面 O から遠ざかるにつれて大きくし、複数の孔10相互間の間隔 Q を、タイヤ赤道面 O から遠ざかるにつれて小さくし、複数の孔10の深さを、タイヤ赤道面 O から遠ざかるにつれて深くすることが好ましい。

これによれば、複数の孔10を設けたトレッド幅方向内側部分13のタイヤ半径方向の圧縮剛性を、装着されるホイールの伝達率の大きい側の、接地端に近づくにつれて低下させることができ、より効果的に、路面凹凸からタイヤへの入力を減少させて、車軸へ伝達される振動を抑制し、車室内に伝達されるロードノイズを低減することができる。また、ロードノイズの低減に対し効果的な領域に孔を配置して、トレッドのそれ以外の部分にはなるべく配置しないようにする事により、それ以外の部分では操縦安定性やトレッド耐久性を良好に保つことが可能となる。

さらに、図10に示すように、タイヤの最大負荷能力の70%以上の負荷の作用下でのトレッドの接地幅 W_{70} の幅方向内側に、トレッド幅方向内側部分13の複数の孔10が配置された領域を含めて、その領域の少なくとも一部が接地するトレッド構成とすることが好ましい。

これによれば、例えば前輪駆動車（FF車）の制動時の後輪のように、前輪に比して後輪荷重が小さくなりトレッドの接地幅が小さくなる場合でも、トレッド幅方向内側部分13に孔10を設けた領域の少なくとも一部は確実に接地させて、ロードノイズの低減効果を担保することができる。

さらに好ましくは、図9に示したように、タイヤ幅方向の断面内において、幅方向外側部分12の側面の、輪郭S1を構成する曲線の曲率中心のうちの少なくとも一つの曲率中心C1を、その輪郭S1のタイヤ外側に位置させる一方、同幅方向内側部分の輪郭S2を構成する曲線の曲率中心C2を、輪郭S2のタイヤ内側に位置させる。

これによれば、幅方向外側部分12の偏摩耗容積を減らし、外観を良好に保つことができる。

図11は、この発明の、ホイールの振動伝達特性を測定する方法を模式的に表わす図である。かような測定を実施することにより、上記したホイールに装着されて伝達率が大きい側に位置することになる陸部の特定を容易かつ確実に行うことができる。

幅方向断面形状がタイヤ赤道面に対して左右対称であるタイヤ15を装着したホイール16をロードセル17を装着した軸部材18に取付け、タイヤトレッドの各ショルダー部19、20を異なる複数の周波数にて加振し、それらの加振力を入力F1、F2として、軸部材への入力F3を測定し、F3をF1、F2でそれぞれ除して求められる、伝達率 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ を各周波数ごとに求め、それらの伝達率 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ をそれぞれ平均して、伝達率 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ の平均値をそれぞれ求めて、それぞれの伝達率の平均値のいずれが大きいかを判定する。

これによれば、所定の周波数帯域における、タイヤトレッドの各ショルダー部19、20のどちらが、軸部材18への入力に対して寄与が大きいかを正確に判定して、ホイールの振動伝達特性の大きい側を特定することができ、固体伝播音を抑制するためのタイヤ側の各種の解決手段を、ホイールに対し効果的に位置させて適用することが可能となる。

さらに好ましくは、所定の周波数帯域を300～1000Hzとする。

これによれば、さらに正確に、ホイールの伝達率の大きい側を特定することができる。

以上に述べたタイヤは、適用リムに取付けて、規定の空気圧を充填し、最大負荷能力に相当する質量を負荷したタイヤ状態で、車両装着内側もしくは同外側のいずれか一方の有効接地面積が他方のそれより大きくなり、また、規定の空気圧の充填姿勢で、タイヤの赤道面と直交するトレッド外表面接線からそれぞれのトレッド接地縁までの半径方向距離が、有効接地面積の小さい装着側で、他方の装着側より大きくなるように構成することが、非対称パターンを有するタイヤに発生し易い、コニシティフォースを抑制する上で好ましく、この場合は、有効接地面積の大小の比（ $S_{大}/S_{小}$ ）と、半径方向距離の大小の比（ $H_{大}/H_{小}$ ）との関係を

$$(S_{大}/S_{小}) = A \times (H_{大}/H_{小})$$

但しAは、1.0～1.4

となるように構成することが一層好ましい。

すなわち、車両の旋回走行に当っては、コーナリングの外側に存在するタイヤの、とくに負荷が大きくなるとともに、接地面積もまた増加する、タイヤトレッドの装着外側部分の陸部剛性を、装着内側部分のそれより大きくすることによって、コーナリングフォースを高めることが広く行われており、これがための具体的構成としては、装着外側部分のネガティブ率を小さくして陸部剛性を高める一方で、装着内側部分のネガティブ率を大きくして排水性を確保することが一般的である。

しかるに、このような構成のいわゆる非対称トレッドパターンを採用した場合には、装着外側部分の接地面積が装着内側部分のそれより大きくなるため、たとえば車両の直進走行に当って、タイヤの接地面内で、トレッド踏面が路面から受ける幅方向剪断力が装着内側部分と外側部分との間で大きく相違することになり、この相違が、タイヤにキャンバー角を付与したかの如くのコニシティフォースの発生原因となって、タイヤに装着外側方向に向く横力を発生させることが明らかになった。

ところで、このようなコニシティフォースにつき、種々の検討を行った結果、トレッド踏面に発生する幅方向剪断力は、トレッドショルダー部で最も大きくなり、しかも、この剪断力は、トレッド踏面の、タイヤ赤道線からの離隔距離が大きくなるほど大きくなり、また、その離隔距離に極めて敏感であるとの知見を得た。

そこでここでは、装着内側もしくは外側のいずれか一方の有効接地面積が他方のそれより大きくなる非対称トレッドパターンとしたところにおいて、タイヤ赤道面と直交するトレッド外表面接線からそれぞれのトレッド接地縁まで半径方向距離を、有効接地面積の小さい装着側で、他方の装着側より大きくなるよう構成して、半径方向距離の大きい側のトレッドショルダー部が発生する幅方向剪断力を、有効接地面積が大きい側に発生するコニシティフォースの打消しに寄与させて、とくには小舵角時の操縦安定性の向上をもたらす

ところで、この場合は、有効接地面積の大小の比（ $S_{大}/S_{小}$ ）と、半径方向距離の大小の比（ $H_{大}/H_{小}$ ）との関係を、

$$(S_{大}/S_{小}) = A \times (H_{大}/H_{小})$$

Aは、1.0～1.4

とすることが、コニシティフォースを、より効果的に打ち消す上で好ましい。

ここで、Aを1.0より小さくすると、逆方向のコニシティフォースが発生しやすくなり、1.4より大きくすると、コニシティフォースの打消し効果が小さくなる。

さらに、上記したコニシティフォースを抑制する手法について、図面を参照して具体的に説明する。

たとえば、トレッド踏面の装着内側部分と装着外側部分とのネガティブ率を相違させることによって、図12（a）にトレッド接地面を模式的に例示するように、適用リムに組付けて、規定の空気圧を充填し、そして最大負荷能力に相当する質量を負荷した状態の下で、装着外側部分の、図に斜線を施して示す有効接地

面積 S_{out} を、装着内側部分の有効接地面積 S_{in} より大きくしたときの、装着外側方向に向くコニシティフォースの発生を抑制するためには、図12(b)に、規定の空気圧の充填状態のタイヤの幅方向略線断面図で示すように、タイヤ赤道面 O と直交するトレッド外表面接線 L から、それぞれのトレッド接地縁 E_I 、 E_O までの半径方向距離 H_{in} 、 H_{out} が、有効接地面積の小さい装着内側で大きくなるように($H_{in} > H_{out}$)、たとえば加硫モールドの内表面形状の選択等をもってタイヤを構成することが有効である。

そしてこのことは、有効接地面積の大小関係を上述したところとは逆に設定した場合($S_{in} > S_{out}$)にも同様であり、このときは、それぞれの半径方向距離 H_{in} 、 H_{out} が、

$$H_{out} > H_{in}$$

の関係を満足するようにタイヤを構成する。

ところで、この場合にあつて、より好適には、大きい有効接地面積を $S_{大}$ 、小さい有効接地面積を $S_{小}$ とし、また、有効接地面積が大きい側の半径方向距離を $H(S_{大側})$ 、小さい側の半径方向距離を $H(S_{小側})$ としたときに、

$$S_{大}/S_{小} = A \times (H_{(S_{小側})} / H_{(S_{大側})})$$

但し、 A は $1.0 \sim 1.4$

の関係を満たすものとする。

[図面の簡単な説明]

図1は、接地形状による排水能力の差異を示す図、

図2は、気柱管共鳴音感度のトレッド幅方向分布を示す図、

図3は、この発明に従うトレッドパターンを示す図、

図4は、この発明タイヤの装着要領を説明する図、

図5は、この発明に従うトレッドパターンを示す図、

図6は、細溝の構造を示す図、

図7は、この発明に従う別のトレッドパターンを示す図、

図 8 は、この発明の実施の形態を、車両への装着姿勢のタイヤの正面視で示すトレッドパターンの展開図、

図 9 は、この発明のトレッドパターンの一部を示す幅方向断面図、

図 10 は、この発明の実施の形態を、ホイールに装着して空気圧を充填したタイヤを車両への組付姿勢としたときの正面視で示すトレッドパターンの展開図、

図 11 は、この発明のホイールの振動伝達特性を測定する方法を模式的に表わす図、

図 12 は、コニシティフォースを抑制するためのタイヤ構成を示す図、

図 13 は、実施例に用いた種々のトレッドパターンを示す図、

図 14 は、実施例に用いた種々のトレッドパターンを示す図、

図 15 は、実施例に用いた種々のトレッドパターンを示す図、

図 16 は、比較のトレッドパターンを示す図、

図 17 は、この発明の他の実施の形態を、車両への装着姿勢のタイヤの正面視で示すトレッドパターンの展開図、

図 18 は、比較例タイヤの形態を、車両への装着姿勢のタイヤの正面視で示すトレッドパターンの展開図、

図 19 は、比較例タイヤの他の形態を、車両への装着姿勢のタイヤの正面視で示すトレッドパターンの展開図、

図 20 は、比較例タイヤの他の形態を、車両への装着姿勢のタイヤの正面視で示すトレッドパターンの展開図、

図 21 は、比較例タイヤの他の形態を、車両への装着姿勢のタイヤの正面視で示すトレッドパターンの展開図、

図 22 は、比較例タイヤの他の形態を、車両への装着姿勢のタイヤの正面視で示すトレッドパターンの展開図、

図 23 は、比較例タイヤの形態を、ホイールに装着して空気圧を充填したタイヤを車両への組付姿勢としたときの正面視で示すトレッドパターンの展開図、

図24は、比較例タイヤの他の形態を、ホイールに装着して空気圧を充填したタイヤを車両への組付姿勢としたときの正面視で示すトレッドパターンの展開図、

図25は、ホイールの断面形状を模式的に表わした図、

図26は、比較例タイヤ12のトレッドパターンを示す展開図である。

[発明を実施するための最良の形態]

(実施例1)

図13～15に示すトレッドパターンを有する、図13：サイズ205/65 R15、図14：サイズ205/55 R16および図15：サイズ225/55 R16の乗用車用ラジアルタイヤを、以下に示す種々の仕様の下に作製した。なお、周方向溝以外の構成、つまり周方向溝相互及びトレッド端の間に区画される陸部や、そこに設けたタイヤ赤道面を横切る向きに延びる、横溝および傾斜溝は、基本仕様を同じくした。また、各図に太線で示した接地形状は、それぞれ車両前輪においてキャンバー角を付与した際のものである。

実施例1-1

(A) 従来例1-1：図13(a)

3本の周方向溝1a～1cを有し、周方向溝1bをタイヤ赤道面O上に配置し、その両側の同じ離間位置に周方向溝1aおよび1cを配置して成る。いずれの周方向溝も、溝幅8mmおよび深さ8mmの矩形断面を有する。

(B) 従来例1-2：図13(b)

従来例1-2は、従来例1-1対比で全ての周方向溝を装着内側へ5mm移動した位置にある。溝幅および深さは、従来例1-1と同じである。

(C) 発明例1-1：図13(c)

発明例1-1は、各周方向溝の中心位置は従来例1-2と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝1a：8.0mm、周方向溝1b：9.6mm、周方向溝1c：6.4mmであり、溝深さは8mmの矩形断面を有するものとした。

(D) 発明例1-2：図13(c)

発明例 1-2 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-2 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 8.8 mm, 周方向溝 1 b : 9.6 mm, 周方向溝 1 c : 5.6 mm であり、溝深さは 8 mm の矩形断面を有するものとした。

(E) 発明例 1-3 : 図 13 (c)

発明例 1-3 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-2 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 7.2 mm, 周方向溝 1 b : 9.6 mm, 周方向溝 1 c : 7.2 mm であり、溝深さは 8 mm の矩形断面を有するものとした。

(F) 比較例 1-1 : 図 13 (c)

比較例 1-1 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-2 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 8.0 mm, 周方向溝 1 b : 8.8 mm, 周方向溝 1 c : 7.2 mm であり、溝深さは 8 mm の矩形断面を有するものとした。

(G) 比較例 1-2 : 図 13 (c)

比較例 1-1 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-2 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 9.2 mm, 周方向溝 1 b : 9.6 mm, 周方向溝 1 c : 5.2 mm であり、溝深さは 8 mm の矩形断面を有するものとした。

(H) 比較例 1-3 : 図 13 (c)

比較例 1-3 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-2 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 6.8 mm, 周方向溝 1 b : 9.6 mm, 周方向溝 1 c : 7.6 mm であり、溝深さは 8 mm の矩形断面を有するものとした。

(I) 発明例 1-4 : 図 13 (c)

発明例 1-4 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-2 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 7.2 mm, 周方向溝 1 b : 11.6 mm, 周方向溝 1 c : 5.2 mm であり、溝深さは 8 mm の矩形断面を有するものとした。

(J) 比較例 1-4 : 図 13 (c)

比較例 1-4 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-2 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 7.2 mm, 周方向溝 1 b : 12.0 mm, 周方向溝

1 c : 4. 8 mmであり、溝深さは8 mmの矩形断面を有するものとした。

なお、図13のトレッドパターンにおける平均溝幅は、いずれも8 mmである。

上記の各タイヤを6 J - 15のリムに組み付けて内圧を220 kPaに調整したのち、乗用車に装着した。そして、2名乗車した状態で前輪の対地キャンパーは -0.4° および後輪は -0.8° であった。この車両で水深6 mmのプール内で速度50 km/hから加速試験を行い、テストドライバーによるハイドロプレーニング発生速度の評価を行った。その評価結果は、ハイドロプレーニング発生速度の指数で表現し、この指数が大きいほど良好であることを示している。

また、100 km/hで水深2 mmの湿潤路面に入り制動試験を行い、制動時のハイドロプレーニング性能評価も実施した。その評価結果は指数で示し、この指数が大きいほど良好であることを示している。さらに、平滑な路面上を速度60 km/hで走行した際に、運転者の耳元にて騒音の評価を計測した。この指数が大きいほど良好であることを示している。

これらの評価結果を、表1にまとめて示す。

表1

	ハイドロプレーニング速度指数	制動ハイドロプレーニング指数	騒音指数
従来例1-1	100	100	100
従来例1-2	95	102	102
発明例1-1	105	105	105
発明例1-2	102	108	108
発明例1-3	108	103	102
比較例1-1	97	103	103
比較例1-2	99	108	102
比較例1-3	103	98	98
発明例1-4	102	102	103
比較例1-4	99	99	102

表1に示したように、比較例1-1では、センターの周方向溝幅を平均溝幅の+10%としているが、耐ハイドロプレーニング性が不足していることは否めな

い。同様に、比較例 1-2 では装着内側の周方向溝を平均溝幅の 115% として、制動時の耐ハイドロプレーニング性は発明例 1-2 対比で良くなるが、装着外側の周方向溝幅が小さくなりすぎてハイドロプレーニング速度指数が劣化する。さらに、比較例 1-3 では、装着外側の周方向溝幅が平均溝幅の -5% であり、装着外側の溝幅が広いため騒音に不利であり、装着内側の周方向溝の幅が狭いため制動時の耐ハイドロプレーニング性が悪い。最後に、比較例 1-4 では、装着内側の周方向溝が平均溝幅の +50% であり、装着外側溝が狭くなりすぎて耐ハイドロプレーニング性が悪化した。

実施例 1-2

(A) 従来例 1-3 : 図 14 (a)

4本の周方向溝 1a~1d を有し、タイヤ赤道面 O 上に幅中心を設けた幅 20 mm のリブ 2 の両側に周方向溝 1b および 1c を配置し、その外側に設けた幅 20 mm の陸部 3a, 3b の外側に、周方向溝 1a および 1d を配置して成る。いずれの周方向溝も、溝幅 8 mm および深さ 8 mm の矩形断面を有する。

(B) 従来例 1-4 : 図 14 (b)

従来例 1-4 は、従来例 1-3 対比で全ての周方向溝を装着内側へ 6 mm 移動した位置にある。ネガティブキャンバー 0.5° で車両に装着された時の最大接地長位置に周方向溝 1b がある。溝幅および深さは、従来例 1-3 と同じである。

(C) 発明例 1-5 : 図 14 (c)

発明例 1-5 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-4 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1a : 8.0 mm, 周方向溝 1b : 9.6 mm, 周方向溝 1c : 7.2 mm, 周方向溝 1d : 7.2 mm であり、溝深さは 8 mm の矩形断面を有するものとした。

(D) 発明例 1-6 : 図 14 (c)

発明例 1-6 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-4 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1a : 8.8 mm, 周方向溝 1b : 9.6 mm, 周方向溝 1

c : 6.8 mm, 周方向溝 1 d : 6.8 mmであり、溝深さは8 mmの矩形断面を有するものとした。

(E) 比較例 1-5 : 図 14 (c)

比較例 1-5 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-4 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 8.8 mm, 周方向溝 1 b : 8.8 mm, 周方向溝 1 c : 7.2 mm, 周方向溝 1 d : 7.2 mmであり、溝深さは8 mmの矩形断面を有するものとした。

(F) 比較例 1-6 : 図 14 (c)

比較例 1-6 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-4 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 9.2 mm, 周方向溝 1 b : 9.6 mm, 周方向溝 1 c : 6.6 mm, 周方向溝 1 d : 6.6 mmであり、溝深さは8 mmの矩形断面を有するものとした。

(G) 比較例 1-7 : 図 14 (c)

比較例 1-7 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-4 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 7.2 mm, 周方向溝 1 b : 9.6 mm, 周方向溝 1 c : 7.6 mm, 周方向溝 1 d : 7.6 mmであり、溝深さは8 mmの矩形断面を有するものとした。

なお、図 14 のトレッドパターンにおける平均溝幅は、8 mmである。

上記の各タイヤを 6.5 J-16 のリムに組み付けて内圧を 220 kPa に調整したのち、乗用車に装着した。そして、2 名乗車した状態で前輪の対地キャンパーは -0.5° および後輪は -0.8° であった。この車両で水深 6 mm のプール内で速度 50 km/h から加速試験を行い、テストドライバーによるハイドロプレーニング発生速度の評価を行った。その評価結果は、ハイドロプレーニング発生速度の指数で表現し、この指数が大きいほど良好であることを示している。

また、100 km/h で水深 2 mm の湿潤路面に入り制動試験を行い、制動時のハイドロプレーニング性能評価も実施した。その評価結果は指数で示し、この

指数が大きいほど良好であることを示している。さらに、平滑な路面上を速度 60 km/h で走行した際に、運転者の耳元にて騒音の評価を計測した。この指数が大きいほど良好であることを示している。

これらの評価結果を、表 2 にまとめて示す。

表 2

	ハイドロプレーニング速度指数	制動ハイドロプレーニング指数	騒音指数
従来例 1-3	100	100	100
従来例 1-4	102	102	102
発明例 1-5	108	106	106
発明例 1-6	110	108	108
比較例 1-5	101	103	107
比較例 1-6	100	109	102
比較例 1-7	103	98	97

表 2 に示したように、比較例 1-5 では、センターの周方向溝幅を平均溝幅の +10% としているが、耐ハイドロプレーニング性が従来例 1-4 より不足している。同様に、比較例 1-6 では装着内側の周方向溝を平均溝幅の 115% として、制動時の耐ハイドロプレーニング性は発明例 1-6 対比で良くなるが、装着外側の周方向溝幅が小さくなりすぎてハイドロプレーニング速度指数が劣化する。さらに、比較例 1-7 では、装着外側の周方向溝幅が平均溝幅の -5% であり、装着外側の溝幅が広いため騒音に不利であり、装着内側の周方向溝の幅が狭いため制動時の耐ハイドロプレーニング性が悪い。

実施例 1-3

(A) 従来例 1-5 : 図 15 (a)

4本の周方向溝 1a~1d を有し、タイヤ赤道面 O 上に幅中心を設けた幅 20 mm のリブ 2 の両側に周方向溝 1b および 1c を配置し、その外側に設けた幅 20 mm の陸部 3a, 3b の外側に、周方向溝 1a および 1d を配置して成る。いずれの周方向溝も、溝幅 8 mm および深さ 8 mm の矩形断面を有する。

(B) 従来例 1-6 : 図 15 (b)

従来例 1-6 は、従来 1-5 対比で全ての周方向溝を装着内側へ 6 mm 移動した位置にある。ネガティブキャンバー 0.5° で車両に装着された時の最大接地長位置に周方向溝 1 b がある。溝幅および深さは、従来例 1-5 と同じである。

(C) 発明例 1-7 : 図 15 (c)

発明例 1-7 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-6 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 8.0 mm, 周方向溝 1 b : 10.4 mm, 周方向溝 1 c : 6.8 mm, 周方向溝 1 d : 6.8 mm であり、溝深さは 8 mm の矩形断面を有するものとした。

(D) 発明例 1-8 : 図 15 (c)

発明例 1-8 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-6 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 8.0 mm, 周方向溝 1 b : 12.4 mm, 周方向溝 1 c : 5.8 mm, 周方向溝 1 d : 5.8 mm であり、溝深さは 8 mm の矩形断面を有するものとした。

(E) 比較例 1-8 : 図 15 (c)

比較例 1-8 は、各周方向溝の中心位置は従来例 1-6 と同じだが、溝幅が装着内側から周方向溝 1 a : 8.8 mm, 周方向溝 1 b : 13.2 mm, 周方向溝 1 c : 5.4 mm, 周方向溝 1 d : 5.4 mm であり、溝深さは 8 mm の矩形断面を有するものとした。

なお、図 15 のトレッドパターンにおける平均溝幅は、8 mm である。

上記の各タイヤを 7.5 J-16 のリムに組み付けて内圧を 210 kPa に調整したのち、乗用車に装着した。そして、2 名乗車した状態で前輪の対地キャンバーは -0.3° および後輪は -0.5° であった。この車両で水深 6 mm のプール内で速度 50 km/h から加速試験を行い、テストドライバーによるハイドロプレーニング発生速度の評価を行った。その評価結果は、ハイドロプレーニング発生速度の指数で表現し、この指数が大きいほど良好であることを示している。

また、100 km/hで水深2 mmの湿潤路面に入り制動試験を行い、制動時のハイドロプレーニング性能評価も実施した。その評価結果は指数で示し、この指数が大きいほど良好であることを示している。さらに、平滑な路面上を速度60 km/hで走行した際に、運転者の耳元にて騒音の評価を計測した。この指数が大きいほど良好であることを示している。

これらの評価結果を、表3にまとめて示す。

表3

	ハイドロプレーニング速度指数	制動ハイドロプレーニング指数	騒音指数
従来例1-5	100	100	100
従来例1-6	100	102	102
発明例1-7	108	106	106
発明例1-8	102	103	107
比較例1-8	98	99	108

表3に示したように、比較例1-8では、センターの周方向溝幅を平均溝幅の+65%としているが、装着外側の周方向溝幅が小さくなりすぎて、耐ハイドロプレーニング性が従来例1-6より不足している。

(実施例2)

発明例2-1

図5に示したトレッドパターンを有する、サイズが205/65R15の乗用車用ラジアルタイヤを試作した。図5に示したトレッドパターンにおいて、4本の周方向溝の深さはいずれも8 mm、幅は周方向溝1 aおよび1 dが8 mm、ネガティブキャンバー角の付加による接地長伸び側（車両装着内側に当たる）の周方向溝1 bが9.6 mm、そして同接地長減少側（車両装着外側に当たる）の周方向溝1 cが6.4 mmである。また、タイヤ赤道面Oに対する陸部中心Sのオフセット量は5 mm、また太線で示す接地形状はネガティブキャンバー角が0.5°付加時を示している。

さらに、細溝6は、タイヤ幅方向に 15° 傾けてある。そして、細溝6は、図6に示したように、幅が18mmのリブ状陸部4の全幅にわたる、タイヤ半径方向深さ10mmの範囲に、タイヤ半径方向に $\pm 22.5^{\circ}$ の傾斜角度で切り込んだものである。また、細溝6の開口幅は、0.4mmであり、細溝6相互の間隔は30mmである。

発明例2-2

図7に示したトレッドパターンを有する、サイズが205/65R15の乗用車用ラジアルタイヤを試作した。図7に示したトレッドパターンは、リブ状陸部4に、長軸がタイヤ幅方向に 15° 傾くディンプル7を、細溝6に換えて設けた以外は、図5の場合と同様である。なお、ディンプル7は、長軸13mmおよび短軸3mmであり、ディンプル7の相互の間隔は30mmである。

比較例2-1

図16は比較のトレッドパターンであり、基本のパターンは発明例2-1と同じであるが、リブ状陸部4に細溝6を設けない点、リブ状陸部4の幅中心をタイヤ赤道面O上に置く点、において異なる。なお、周方向溝の深さは共に8mmおよび幅は周方向溝1aおよび1dが8mm、周方向溝1bおよび1cが7mmである。

上記の各タイヤを標準リムに組み込み内圧を220kPaに調整してから、テストコースにて直進時耐ハイドロプレーニング性能と操縦安定性とを官能評価し、またセンター磨耗については、2万kmにわたり車両を走行させ、トレッドセンター部の摩耗量を評価した。その結果は、比較例1の結果を100とする指数にて表4に示し、この指数が大きいほど良好であることを示している。

表 4

	操縦安定性	耐ハイドロプレーニング	センター摩耗
発明例 2 - 1	105	108	102
発明例 2 - 2	102	108	101
比較例 2 - 1	100	100	100

(実施例 3)

この発明の一実施形態たる空気入りタイヤの、偏摩耗の抑制性能を評価する目的で、サイズが 205/65 R15 の、二種類の発明例タイヤと、五種類の比較例タイヤとを、呼びが 6J×15 のリムに装着して、タイヤへの充填空気圧を 220 kPa とし、テスト車両に装着し、3 万 km 走行した後、装着内側のトレッド部の摩耗を測定し、偏摩耗の抑制性能の評価を行った。その結果を表 5 に示す。

発明例 3-1 のトレッドパターンは、図 8 に示すように、トレッド TR に、その周方向に連続して延びる少なくとも二本、図では三本の周方向溝 1a、1b および 1c (幅 1a : 8.0 mm、1b : 9.6 mm および 1c : 6.4 mm) を設け、それら周方向溝 1a および 1c とトレッド端 T とにより区画される陸部 2a および 2b について、車両に装着されて内側となる陸部 2a をリブ状にする一方、車両に装着されて外側となる陸部 2b には横溝 8 を設けてブロックが並ぶ陸部列として、両陸部間での横溝のトータル容積を陸部 2a で小さくすることによって、陸部の周方向剛性を陸部 2b より陸部 2a で大きくしてなる。また、三本の周方向溝間に区画される他の二列の陸部 3a および 3b のそれぞれにも、横溝 9a および 9b を設けてある。さらに、陸部 2a に、周方向溝 1a から独立した複数の孔 10 を設け、陸部 2a の中心線 Ci よりトレッド端 T 側の領域の凹部容積を、その中心線 Ci のトレッド端と逆側の領域の凹部容積よりも大きくする。さらに、車両に装着されて内側となる幅方向端側の陸部 2a を、細幅周溝 11 により幅方向外側部分 12 と幅方向内側部分 13 とに分割して、その幅方向外側部

分 1 2 の幅 (1 0 mm) を、幅方向内側部分 1 3 の幅 (2 0 mm) よりも狭く、かつトレッド幅の 1 / 1 0 以下としてなる。

ここで、細幅周溝 1 1 の深さは 5 . 0 mm、溝底での幅は 1 . 5 mm、トレッド表面での幅は 2 . 6 mm としている。また、幅方向外側部分 1 2 の幅は 2 mm、幅方向内側部分 1 3 の幅は 1 8 mm としている。

車両に装着されて内側となる陸部 2 a に、周方向溝 1 a および細幅周溝 1 1 から独立した複数の孔 1 0 を設ける。複数の孔 1 0 は二列の孔列からなり、幅方向外側の孔は、直径は 2 . 5 mm、深さは 6 mm、中心間距離は 7 . 5 mm とし、幅方向内側の孔は、直径は 1 . 5 mm、深さは 6 mm、中心間距離は 7 . 5 mm としている。

発明例 3 - 2 のトレッドパターンは、図 1 7 に示すように、発明例 3 - 1 を基本とし、細幅周溝を設けず、その位置に、直径が 2 . 5 mm、深さは 6 mm、中心間距離は 7 . 5 mm の孔列を設けたものである。

比較例 3 - 1 のトレッドパターンは、図 1 8 に示すように、装着外側のトレッド端側の陸部には横溝を設けず、装着内側のトレッド端側の陸部に横溝を設けたものである。

比較例 3 - 2 のトレッドパターンは、図 1 9 に示すように、発明例 3 - 1 に示すトレッドパターンを装着外側と内側とで逆としたものである。

比較例 3 - 3 のトレッドパターンは、図 2 0 に示すように、発明例 3 - 1 を基本とし、幅方向外側部分 1 2 の幅を 1 4 mm、幅方向内側部分 1 3 の幅を 6 mm とし、幅方向内側部分 1 3 に、直径が 2 . 5 mm、深さは 6 mm、中心間距離は 7 . 5 mm の孔列を設けたものである。

比較例 3 - 4 のトレッドパターンは、図 2 1 に示すように、発明例 3 - 1 を基本とし、細幅周溝を設けず、直径が 3 . 0 mm、深さは 6 mm、中心間距離は 7 . 5 mm の孔列と、直径が 2 . 0 mm、深さは 6 mm、中心間距離は 7 . 5 mm の孔列と、直径が 1 . 0 mm、深さは 6 mm、中心間距離は 7 . 5 mm の孔列とを、

幅方向内側からこの順番にて設けたものである。

比較例 3－5 のトレッドパターンは、図 2 2 に示すように、発明例 3－1 を基本とし、複数の孔を設けないものである。

性能評価は、装着内側の陸部での磨耗量と同外側陸部での磨耗量との差を測定し、比較例 3－1 の測定結果を 1 0 0 としたときの指数で評価した。数値は小さいほど良好であることを示す。

表 5

	偏摩耗防止性能評価指数
発明例 3－1	7 2
発明例 3－2	8 5
比較例 3－1	1 0 0
比較例 3－2	1 2 0
比較例 3－3	9 5
比較例 3－4	9 0
比較例 3－5	9 2

表 5 において、比較例 3－1 と発明例 3－1 とを比較すると、発明例 3－1 は、比較例 3－1 に比べ、車両に装着されて内側となる陸部の偏摩耗を大幅に防止できていることが分かる。

比較例 3－1 と比較例 3－2 とを比較すると、車両に装着されて外側となる陸部の横溝成分を小さくし、該陸部を細幅周溝を設けて幅方向内側部分と外側部分とに分離して、孔を設けると、旋回時の横力を負担しきれず、偏摩耗抑制性能はかえって悪くなる事がわかる。この場合、細幅周溝の外側部分が横力に対しては機能せず、内側部分に偏摩耗が発生するため、外観も悪くなる。

発明例 3－1 と比較例 3－5 とを比較すると、陸部の幅方向内側部分に孔を設けることにより、偏摩耗をさらに抑制できていることが分かる。

発明例 3－1 と発明例 3－2 とを比較すると、車両に装着されて内側となる陸部を細幅周溝により幅方向外側部分と内側部分とに分離することにより、偏摩耗

をさらに抑制できることが分かる。

発明例 3-1 と比較例 3-3 とを比較すると、幅方向外側部分の幅が大きすぎると、偏摩耗の抑制効果が小さいことが分かる。

発明例 3-2 と比較例 3-4 とを比較すると、孔の配列は、幅方向外側の孔の直径を大きくするほうが、偏摩耗を抑制するに際し効果的であることが分かる。

(実施例 4)

実施例 4-1

この発明に係る、空気入りタイヤの、車室内騒音の低減効果を測定する目的で、サイズが 205/65R 15 の、図 10 に示すトレッドパターンを有する一種類のタイヤ（発明例 4-1）と、図 23 および 24 に示すトレッドパターンを有する二種類のタイヤ（比較例 4-1 および 4-2）とを、空気圧 200 kPa にて、サイズが 14×6 J J で裏側（装着時車両内側）のほうが表側（装着時車両外側）より伝達率の大きいアルミホイール（伝達率：オーバーオール（総合音圧レベル）で +3 dB）に装着し、国産 2000 cc の FF 車に装着して、粗路面を 60 km/h で走行試験を行い、運転者の左耳の位置での 300～800 Hz の帯域値の騒音レベルを測定した。なお、いずれのタイヤも、周方向溝は、図において左側から順に、8.0 mm、9.6 mm および 7.4 mm である。

その結果を表 6 に示す。

比較例 4-1 は、図 23 に示すように、トレッド 51 に、その周方向に連続して延びる少なくとも二本、ここでは三本の周方向溝 52 を設け、それらの周方向溝 52 により区画される陸部のうち、装着されてホイールの振動伝達特性の大きい側に配置される、幅方向端側の陸部 53 と、他方の幅方向端側の陸部 54 にそれぞれトータル容積が同じとなるように横溝 55、56 を設け、三本の周方向溝 52 により幅方向内側に区画される二列の陸部 57、58 には、それぞれ傾斜溝 59、60 を設けたものである。

比較例 4-2 は、図 24 に示すように、発明例 4-1 をホイールに対しパター

ンの向きを逆にして装着したものである。

表 6

	車内騒音
発明例 4-1	$\Delta 1.5 \text{ dB}$
比較例 4-1	基準値
比較例 4-2	$+0.4 \text{ dB}$

表 6 において、比較例 4-1 および 4-2 と発明例 4-1 とを比較すると、発明例 4-1 は、ホイールの伝達率の大きい側に、横溝のトータル容積を小さくして細幅周溝と孔を設けた陸部を位置させてホイールに装着することにより、その陸部の圧縮剛性を低下させてロードノイズを低減し、陸部の幾何学的不連続を少なくしてパターンノイズを低減し、固体伝播音を低減させて、車室内騒音を低減できることが分かる。

比較例 4-2 は発明例 4-1 を、ホイールの伝達率の小さい側に、横溝のトータル容積を小さくして細幅周溝と孔を設けた陸部を位置させてホイールに装着させたものであるが、ホイールの伝達率の大きい側に配置される陸部の横溝が多くなり、幾何学的不連続が増加することにより、パターンノイズが増加し、比較例 4-1 と較べて車室内騒音がかえって悪化することが分かる。

実施例 4-2

各種のホイールの伝達率の大きい側を特定する目的で、幅方向断面形状がタイヤ赤道面に対して左右対称であるタイヤを装着した、サイズが $14 \times 6 \text{ J J}$ のリムに対するディスクのオフセット値が 45 mm である、図 25 に示す断面形状の、三種類のホイール A、B、C を、ロードセルを内装した車軸部分に装着し、加振機によりタイヤトレッドの両ショルダー部をそれぞれ加振し、それらの加振力を入力とし、車軸部分で測定される力を出力として測定し、伝達率の周波数応答関数をホイールの表側と裏側とについてそれぞれ求め、各周波数ごとに伝達率の比（裏／表）を求め、 $300 \sim 1000 \text{ Hz}$ での周波数帯域にて平均して、ホイー

ルの振動伝達特性の大きい側を特定した。その結果を表7に示す。数値は1であれば表と裏の伝達率は同じであることを示し、1より大きければ、裏側のほうが伝達率が大きく、1より小さければ、表側のほうが伝達率が大きいことを示す。

表7

	伝達率の比 (裏／表)
ホイールA	1. 0
ホイールB	0. 8
ホイールC	2. 9 5

これによれば、ホイールの振動伝達の大きい側を正確に特定することができ、固体伝播音を抑制するための各種の解決手段を、効果的に適用することが可能となる。

(実施例5)

サイズが205／65 R15の発明例タイヤおよび比較例タイヤのそれぞれの、タイヤ・ホイール組立体についてコニシティフォースを測定するとともに、操縦安定性および耐ハイドロプレーニング性能を求めたところ表8に示す結果を得た。

表中の発明例5-1は、図12(a)に示すトレッド接地面形状を有するものであり、ともに8mmの深さを有する三本の周方向主溝（溝幅は、図において左側から順に、8.0mm、9.6mmおよび7.4mm）を装着の内外側に非対称に配設し、タイヤ赤道面Oを境として装着外側の有効接地面積 S_{out} の、装着内側の接地面積 S_{in} に対する比を1.14とし、また、トレッド幅Wの80%の位置でのトレッド外表面接線Lからの半径方向距離を、装着外側で5.8mm、装着内側で6.2mmとしたものである。

比較例5-1は、図26に示すトレッド接地面形状を有するものであり、ともに8mmの深さを有する三本の周方向主溝をタイヤ赤道線に対して対称に配設して、有効接地面積を装着する内外側でほぼ等しくし、また、トレッド幅Wの8

0%の位置でのトレッド外表面接線Lからの半径方向距離を、これも装着の内外側でほぼ等しくしたものである。

そして比較タイヤ5-2は、図12(a)に示すトレッド接地面形状を有するも、トレッド幅Wの80%の位置でのトレッド外表面接線Lからの半径方向距離を装着の内外側でほぼ等しくしたものである。

ここで、操縦安定性は、テストコースの走行によって官能評価し、耐ハイドロプレーニング性能は、水深6mmの直進路面上を走行時の官能により評価した。なお、これらについての表中の指数値は大きいほどすぐれた結果を示すものとした。

また、コニシティフォースは、各十本ずつのタイヤの実測値を平均することにより求めた。

表 8

	操縦安定性	耐ハイドロプレーニング	コニシティフォース
発明例5-1	105	108	20
比較例5-1	100	100	18
比較例5-2	108	108	86

表8によれば、発明例5-1は、高い操縦安定性および耐ハイドロプレーニング性能をもたらす一方で、コニシティフォースを、比較例5-1の、対称パターンタイヤと同程度にまで、抑制できることが解る。

[産業上の利用可能性]

この発明によれば、従来は背反の関係にあった、耐ハイドロプレーニング性とタイヤ騒音の抑制能とを、高次元で両立した、タイヤを提供することができる。

請 求 の 範 囲

1. 車両装着時に該車両の内外に対する向きが指定される、非対称トレッドパターンを有するタイヤであって、そのトレッド表面に、タイヤ赤道面に沿って延びる周方向溝を、車両装着時にタイヤ赤道面より車両内側の領域に少なくとも2本および同車両外側の領域に少なくとも1本は有し、該車両内側の領域に配置した周方向溝のうち、タイヤ赤道面に最も近接した周方向溝は、該タイヤの平均溝幅より20%以上広い幅を有し、車両内側の領域のトレッド端側に配置した周方向溝は、平均溝幅の90～110%の幅を有し、車両外側の領域でタイヤ赤道面に最も近接した周方向溝は平均溝幅より10%以上狭い幅を有することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
2. 請求項1において、車両外側の領域に1本の周方向溝を有し、かつ車両内側の領域に配置した、タイヤ赤道面に最も近接した周方向溝は、平均溝幅の120～145%の幅を有することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
3. 請求項1において、車両外側の領域に2本の周方向溝を有し、かつ車両内側の領域に配置した、タイヤ赤道面に最も近接した周方向溝は、平均溝幅の130～160%の幅を有することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
4. 請求項1ないし3のいずれかにおいて、周方向溝に挟まれた、タイヤの赤道上または近傍に、タイヤの赤道に沿って延びるリブ状陸部を有し、該リブ状陸部は、そのタイヤ幅方向中心が、タイヤ赤道面より、タイヤにネガティブキャンバーを付与した際にトレッド接地域の周方向長さが伸びる側に位置し、かつタイヤ赤道面を横切る向きに延びる細溝を複数本有し、該細溝は、トレッドのタイヤ半径方向に対して傾いた向きに延びる部分を有し、さらにリブ状陸部を挟む2本の周方向溝のうち、上記トレッド接地域の周方向長さが伸びる側に位

置する周方向溝が幅広であることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

5. 請求項4において、細溝は、タイヤ幅方向に対して $5 \sim 55^\circ$ の傾きを有することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
6. 請求項4または5において、細溝は、トレッド表面において開口していることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
7. 請求項4、5または6において、細溝の開口幅が2mm以下であることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
8. 請求項4または5において、細溝は、トレッド表面において閉口していることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
9. 請求項1ないし3のいずれかにおいて、周方向溝に挟まれた、タイヤの赤道上または近傍に、タイヤの赤道に沿って延びるリブ状陸部を有し、該リブ状陸部は、そのタイヤ幅方向中心が、タイヤ赤道面より、タイヤにネガティブキャンバーを付与した際にトレッド接地域の周方向長さが伸びる側に位置し、かつタイヤ赤道面を横切る向きを長軸とする楕円状に窪んだディンプルを複数有し、さらにリブ状陸部を挟む2本の周方向溝のうち、上記トレッド接地域の周方向長さが伸びる側に位置する周方向溝が幅広であることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
10. 請求項9において、ディンプルは、その長軸がタイヤ幅方向に対して $5 \sim 45^\circ$ の傾きを有することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
11. 請求項1ないし3のいずれかにおいて、周方向溝とトレッド端との間に区画される陸部のうち、車両装着時に車両内側となる陸部に設けられることのある横溝の、トレッド幅方向の単位幅あたりの、トレッドの全周にわたるトータル容積を、車両装着時に車両外側となる陸部の同様のトータル容積よりも小さくしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

- 1 2. 請求項 1 1 において、車両装着時に車両内側となる陸部に、周方向溝から独立した、最大深さが周方向溝の深さの $1/3$ 以上である複数の孔を設け、かつ当該陸部のトレッド幅方向中心を通る線のトレッド端側の領域の凹部容積を、同幅方向中心を通る線のトレッド端と逆側の領域の凹部容積より大きくしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
- 1 3. 請求項 1 1 または 1 2 において、車両装着時に車両内側となる陸部を、細幅周溝によりトレッド幅方向外側部分と同幅方向内側部分とに分割して、その幅方向外側部分の幅を、同幅方向内側部分の幅よりも狭くするとともに、トレッド幅の $1/10$ 以下としてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
- 1 4. 請求項 1 3 において、タイヤ幅方向の断面内において、トレッド幅方向外側部分の側面の、輪郭を構成する曲線の曲率中心のうちの少なくとも一つを、タイヤの外側に位置させる一方、同幅方向内側部分の輪郭を構成する曲線の曲率中心を、タイヤの内側に位置させてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
- 1 5. 請求項 1 1 ないし 1 4 のいずれかにおいて、その細幅周溝の幅を、溝底からトレッド表面側にむかって漸次広くしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
- 1 6. 請求項 1 1 ないし 1 5 のいずれかにおいて、タイヤの最大負荷能力の 70% 以上の負荷の作用下で、車両に装着されて内側となる陸部の、複数の孔を設けた領域の少なくとも一部が接地することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
- 1 7. 請求項 1 1 ないし 1 6 のいずれかにおいて、車両に装着されて内側となる陸部において、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて孔の開口寸法を大きくしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。
- 1 8. 請求項 1 1 ないし 1 7 のいずれかにおいて、車両に装着されて内側となる陸部において、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて複数の孔相互間の間隔を小

としてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

19. 請求項11ないし18のいずれかにおいて、車両に装着されて内側となる陸部において、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて孔の深さを深くしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

20. リムの幅方向の一方の端部分に入力される半径方向の力の、車軸への伝達率が、リムの幅方向の他方の端部分に入力される半径方向の力の同様の伝達率よりも大きいホイールに装着される、請求項1ないし3のいずれかに記載のタイヤであって、

周方向溝とトレッド端との間に区画される陸部のうち、ホイールに装着されて伝達率が大きい側に位置する陸部に設けられることのある横溝のトレッド幅方向の単位幅あたりの、トレッドの全周にわたるトータル容積を、他方のトレッド端側の陸部に設けた横溝の同様のトータル容積よりも小さくするとともに、伝達率が大きい側に位置する陸部を、細幅周方向溝によりトレッド幅方向外側部分と同幅方向内側部分とに分割し、この幅方向内側部分に、周方向溝および横溝から独立した複数の孔を設けてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

21. 請求項20において、細幅周溝の幅を溝底からトレッド表面側にむかって漸次広くしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

22. 請求項20または21において、トレッド幅方向内側部分に設けた複数の孔の開口寸法を、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて大きくしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

23. 請求項20ないし22のいずれかにおいて、トレッド幅方向内側部分に設けた複数の孔の相互間隔を、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて小としてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

24. 請求項20ないし23のいずれかにおいて、トレッド幅方向内側部分に設けた複数の孔の深さを、タイヤ赤道面から遠ざかるにつれて深くしてなる非対

称トレッドパターンを有するタイヤ。

25. 請求項20ないし24のいずれかにおいて、タイヤの最大負荷能力の70%以上の負荷の作用下で、トレッド幅方向内側部分の、複数の孔を設けた領域の少なくとも一部が接地することを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

26. 請求項20ないし25のいずれかにおいて、タイヤ幅方向の断面内において、トレッド幅方向外側部分の側面の、輪郭を構成する曲線の曲率中心のうちの少なくとも一つを、タイヤの外側に位置させる一方、同幅方向内側部分の輪郭を構成する曲線の曲率中心を、タイヤの内側に位置させてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

27. 請求項1ないし3のいずれかに記載のタイヤを、適用リムに組付けて規定の空気圧を充填し、かつ最大負荷能力に相当する質量を負荷した状態において、装着内側もしくは外側のいずれか一方の有効接地面積が他方のそれより大きくなり、また、規定の空気圧の充填姿勢で、タイヤ赤道面と直交するトレッド外表面接線からそれぞれのトレッド接地縁までの半径方向距離が、有効接地面積の小さい装着側で、他方の装着側より大きくしてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

28. 請求項27において、有効接地面積の大小の比（ $S_{大}/S_{小}$ ）と、半径方向距離の大小の比（ $H_{大}/H_{小}$ ）との関係を、

$$(S_{大}/S_{小}) = A \times (H_{大}/H_{小})$$

但し、 A は1.0～1.4

としてなる非対称トレッドパターンを有するタイヤ。

29. 常時または随時にネガティブキャンバーが付与されるサスペンションを介して、車両に請求項1ないし28のいずれかに記載のタイヤを装着するに当たり、

車両装着時にタイヤ赤道面より車両内側の領域において、タイヤ赤道面に最

も近接して設けた周方向溝が、タイヤにネガティブキャンバーを付与した際にトレッド接地域の周方向長さが最大となる位置に重なる、使用形態となることを特徴とする非対称トレッドパターンを有するタイヤの装着方法。

30. 幅方向断面形状が赤道面に対して左右対称であるタイヤを装着したホイールを軸部材に取付け、タイヤトレッドの各ショルダー部を異なる複数の周波数にて半径方向に加振し、加振力に基づいて軸部材に生じる軸入力、加振力に対する比率として表わされる伝達率をそれぞれ求め、各周波数ごとの伝達率の平均値を各ショルダー部ごとに求めて、それぞれの伝達率の平均値のいずれが大きいかを判定する、ホイールの振動伝達特性の測定方法。
31. 請求項30において、加振される周波数の帯域が300～1000Hzであるホイールの振動伝達特性の測定方法。

FIG. 1

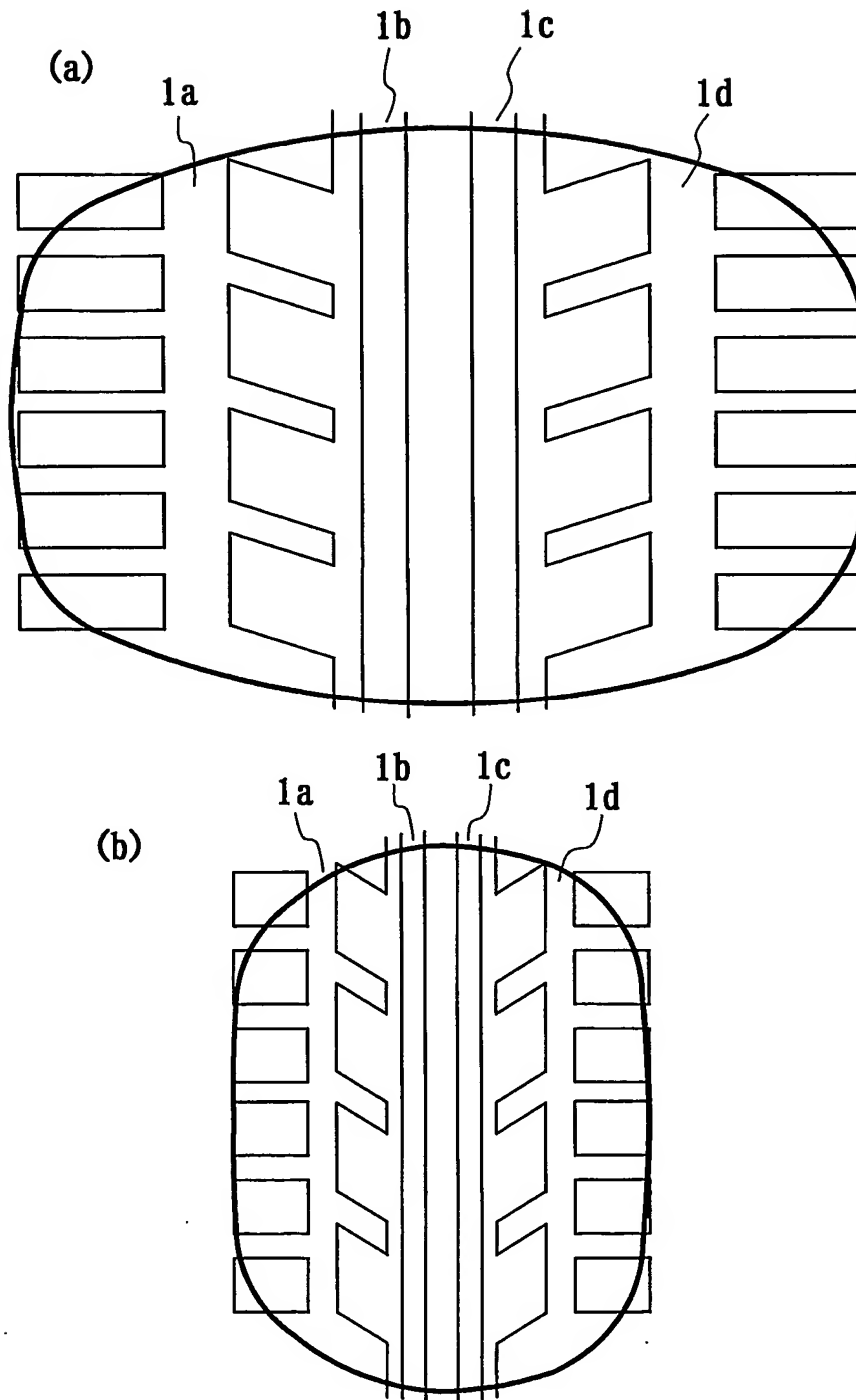


FIG. 2

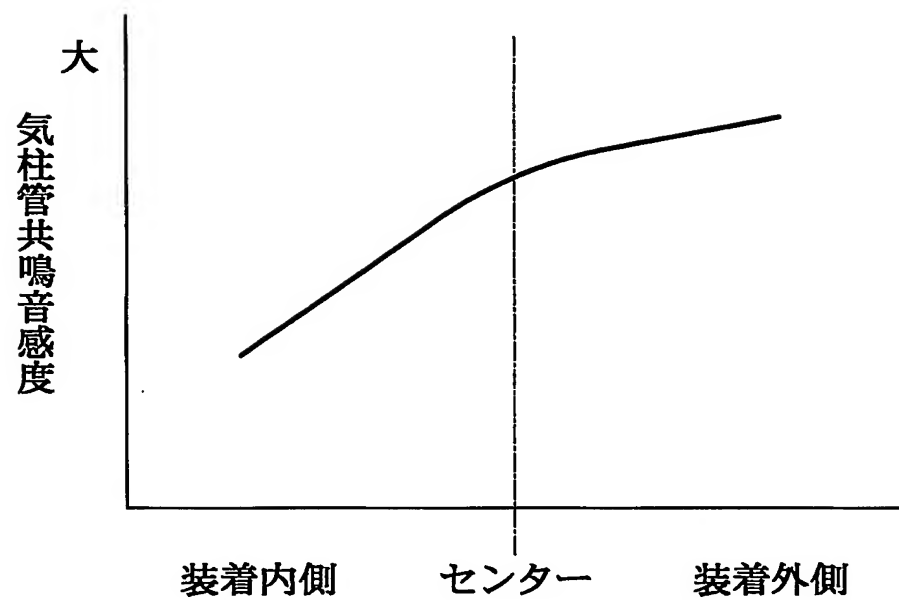


FIG. 3

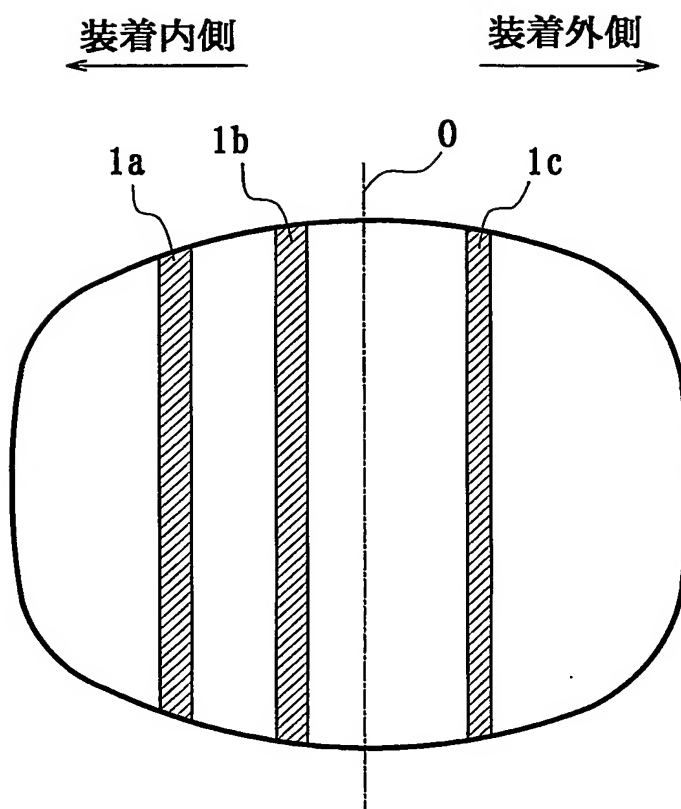


FIG. 4

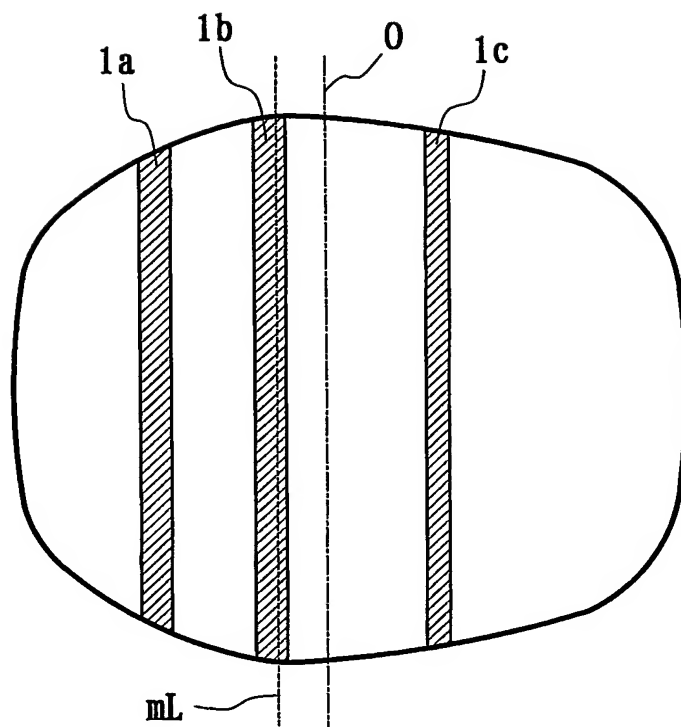


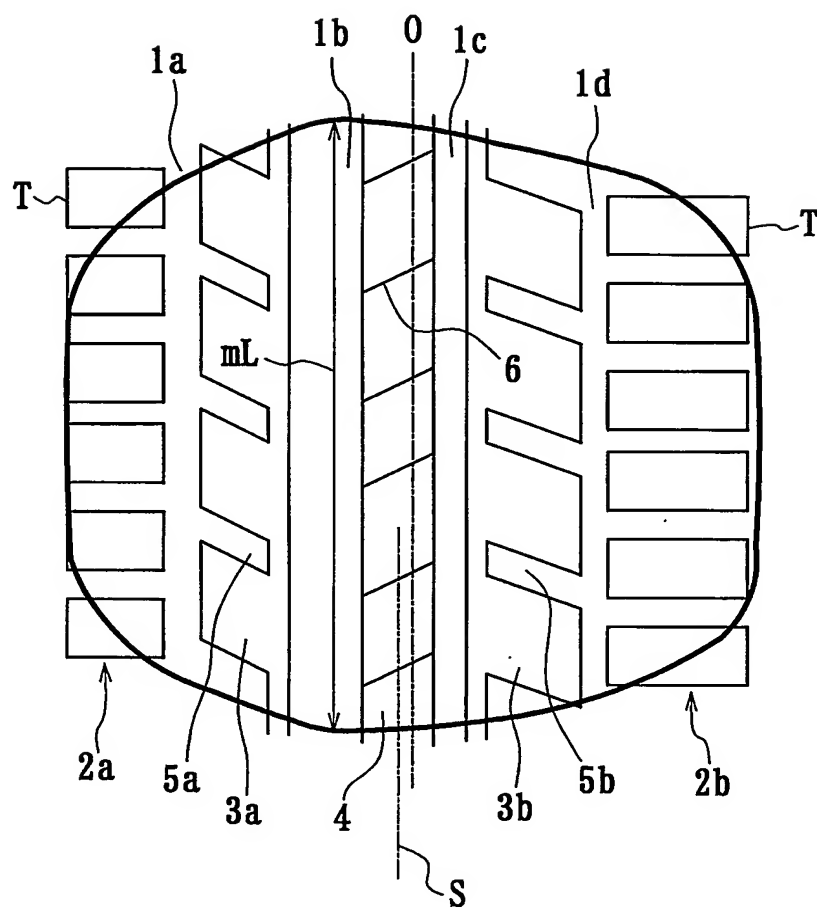
FIG. 5

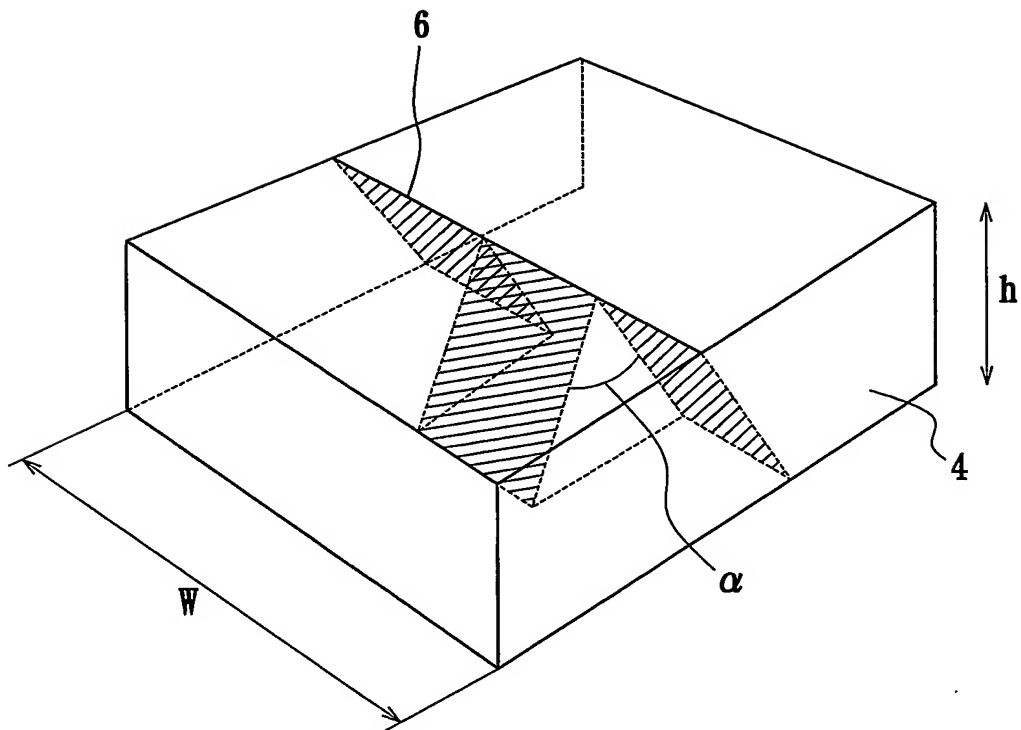
FIG. 6

FIG. 7

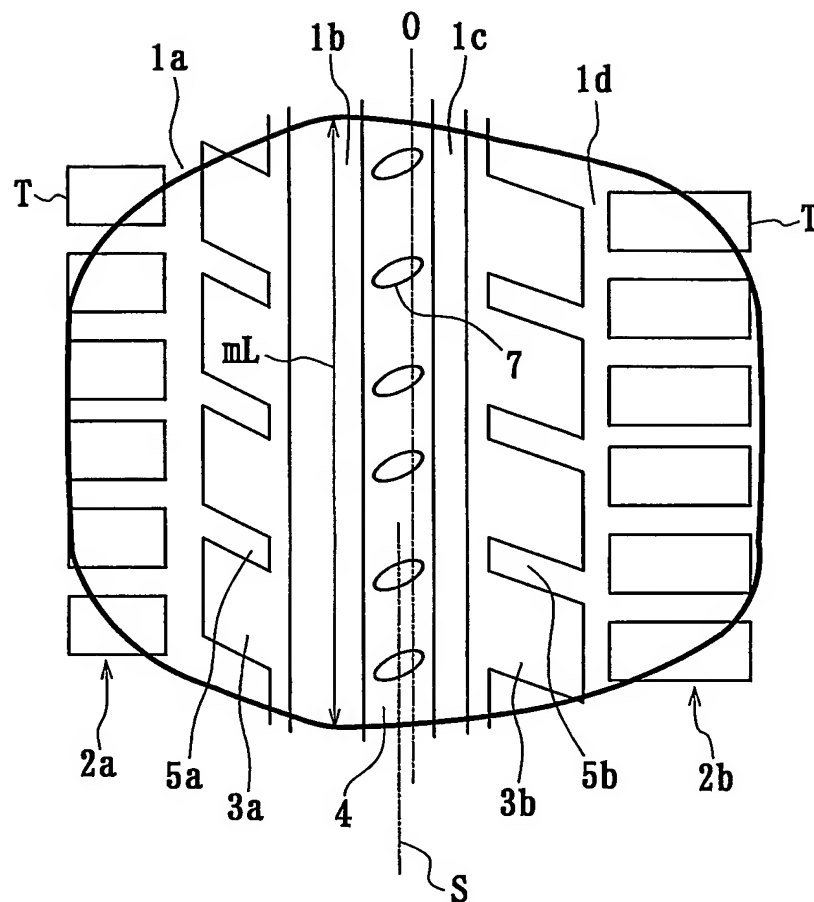


FIG. 8

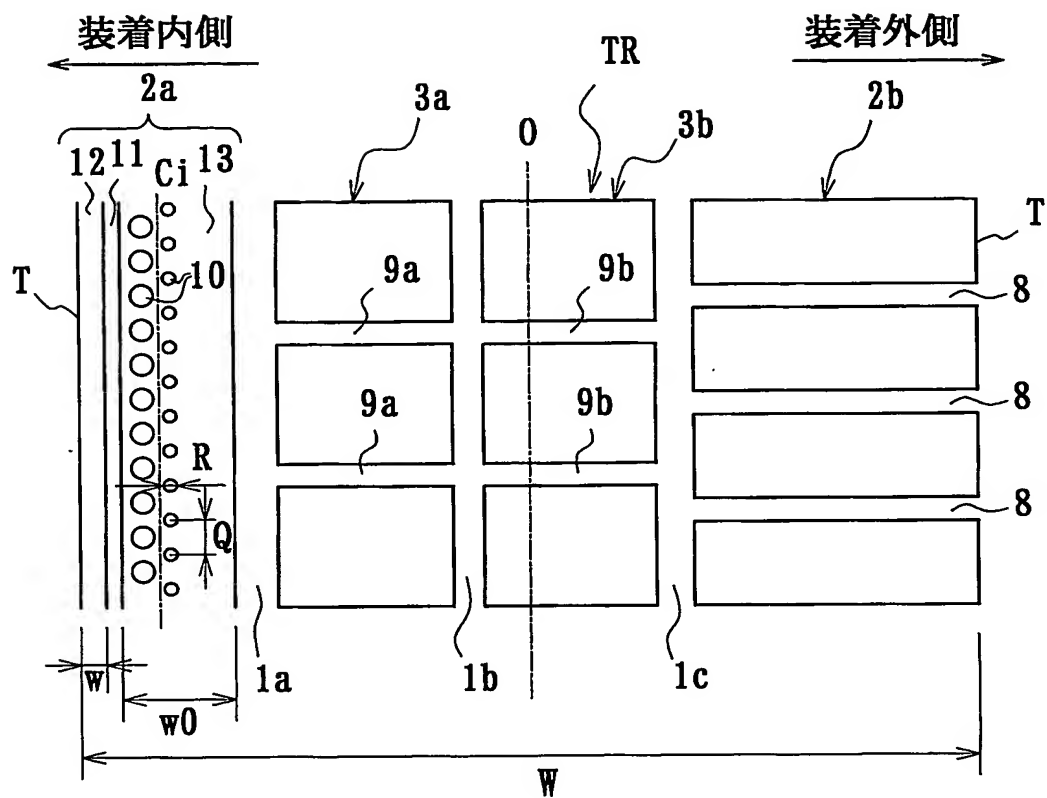


FIG. 9

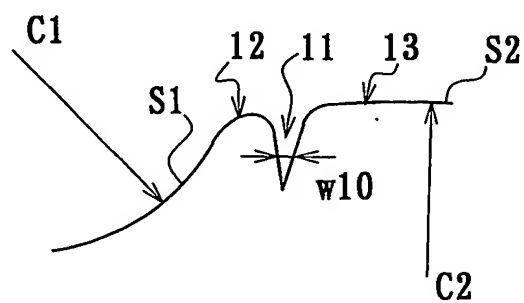
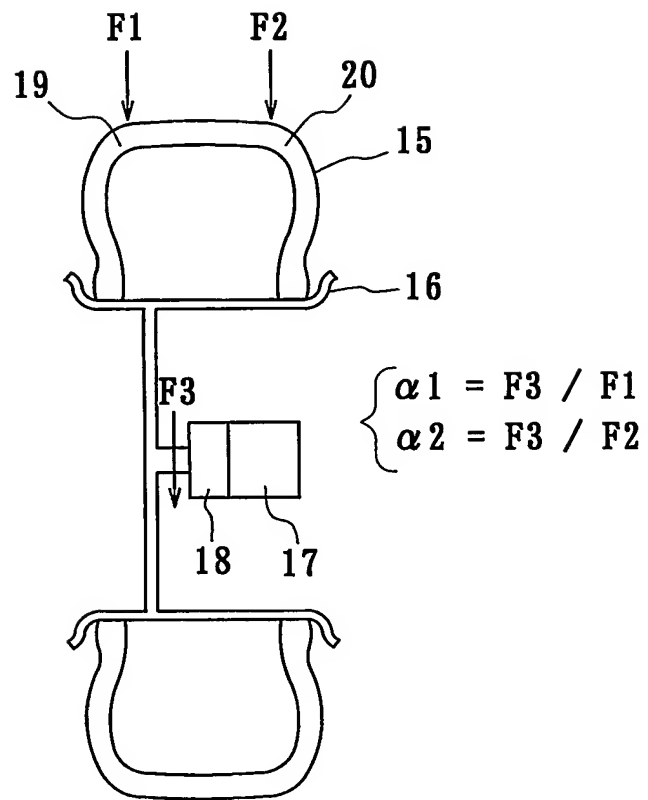


FIG. 11

(a)

FIG. 12

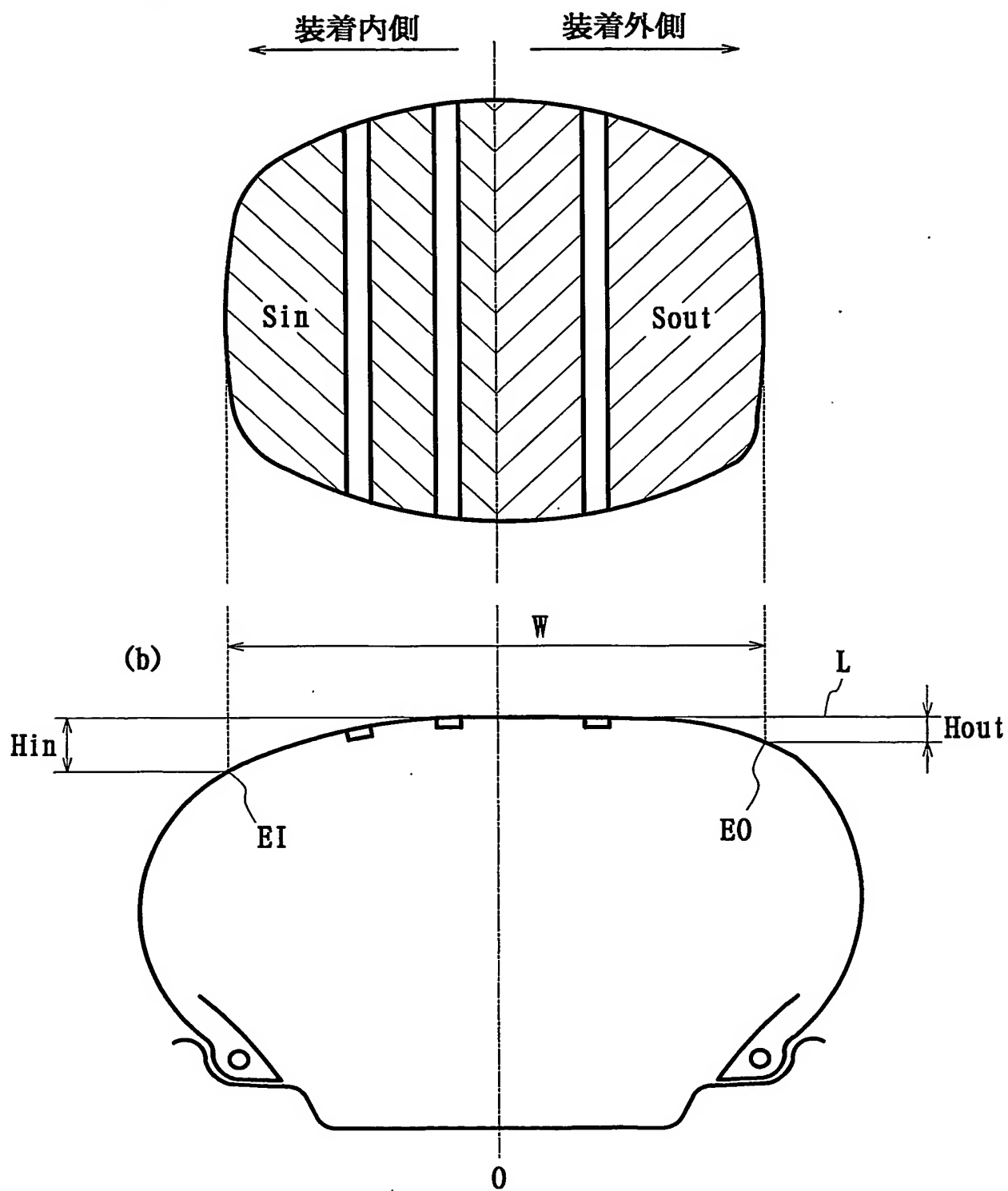


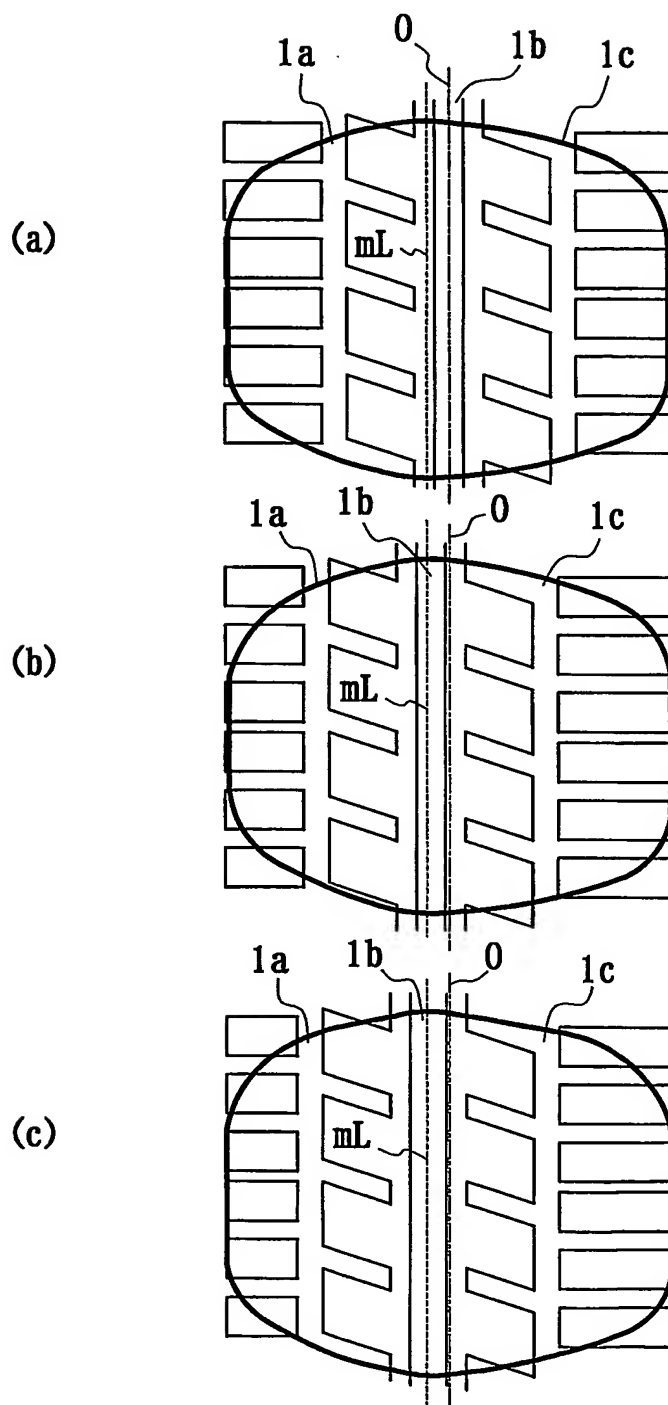
FIG. 13

FIG. 14

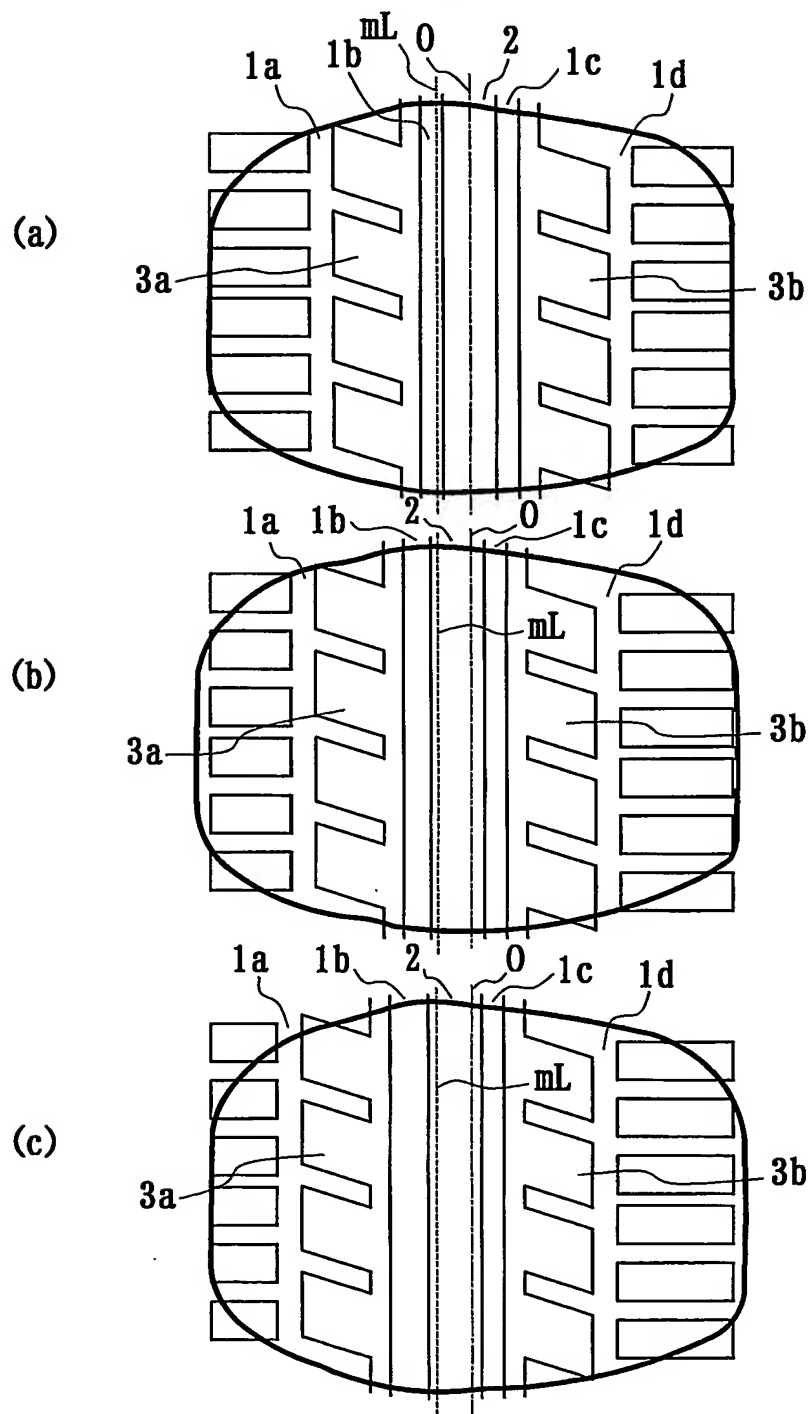


FIG. 15

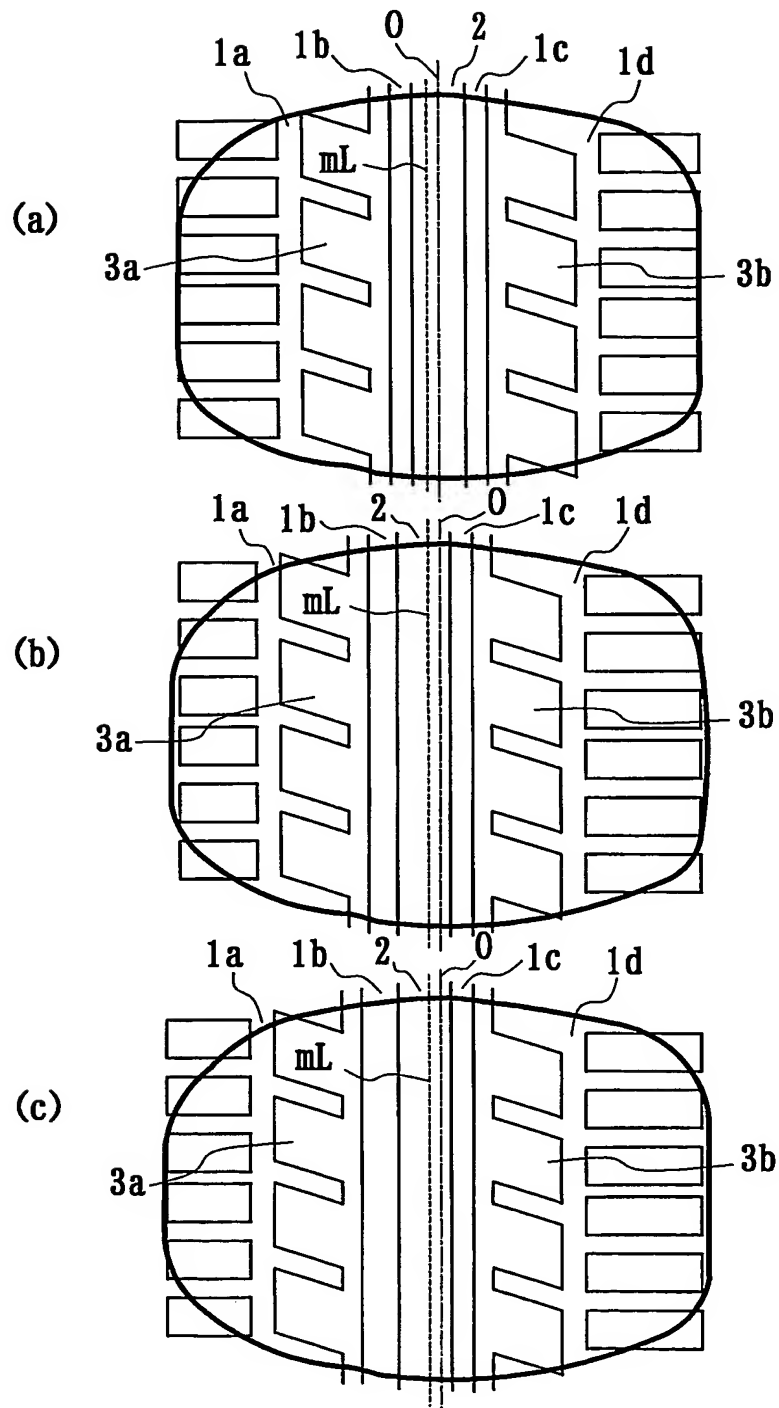


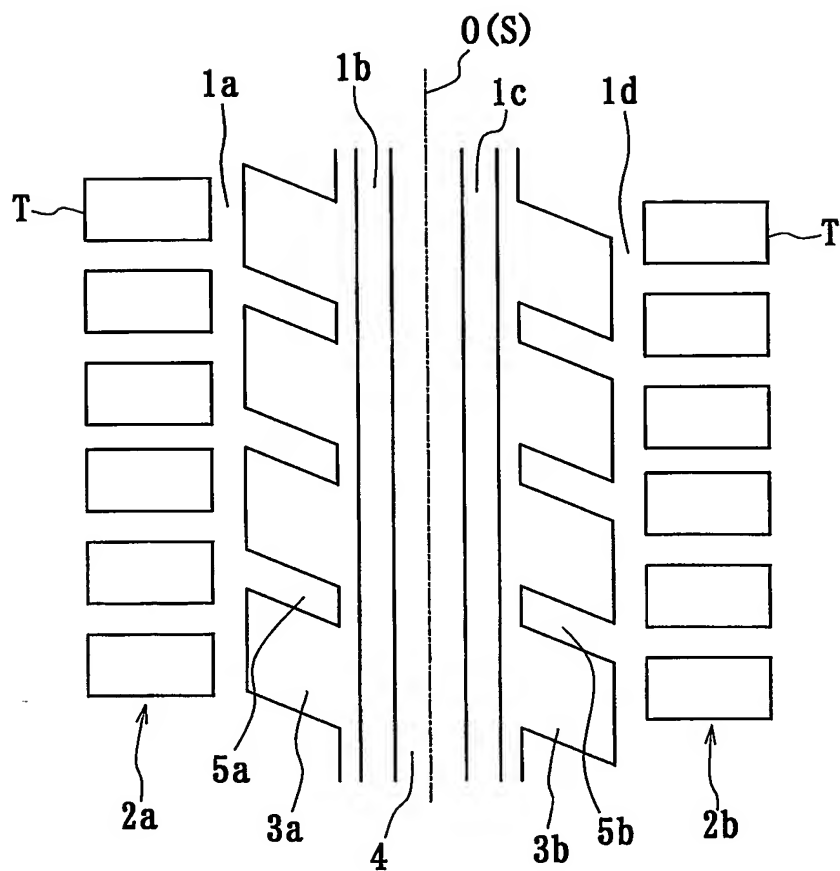
FIG. 16

FIG. 17

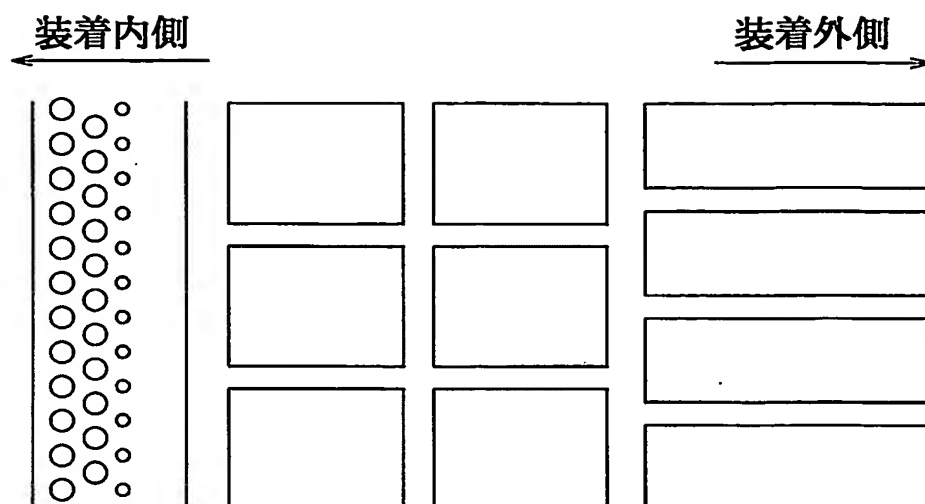


FIG. 18

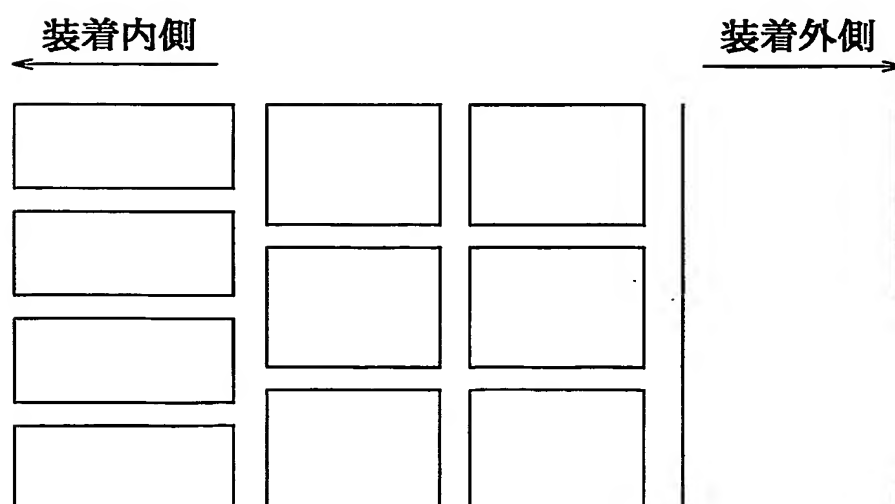


FIG. 19

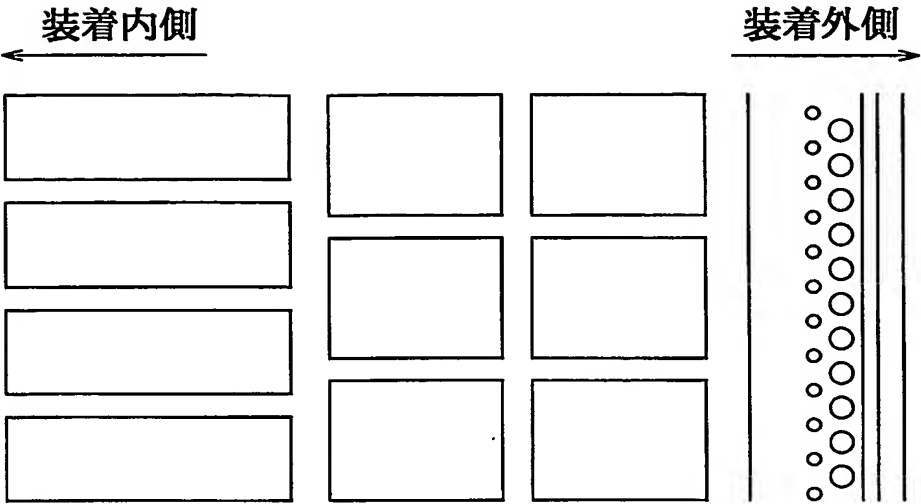


FIG. 20

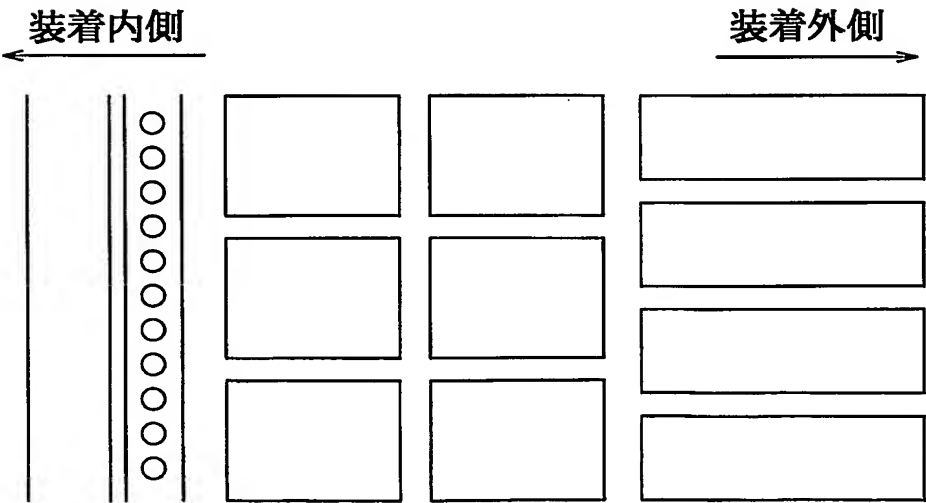


FIG. 21

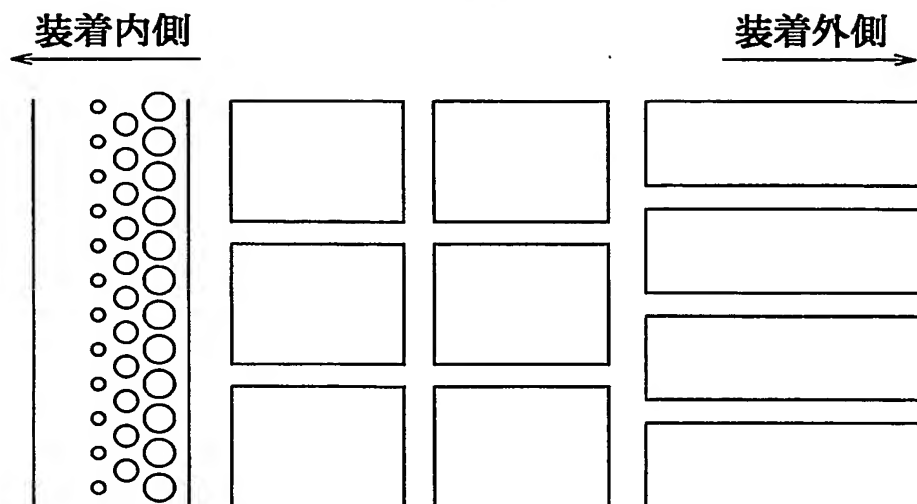


FIG. 22

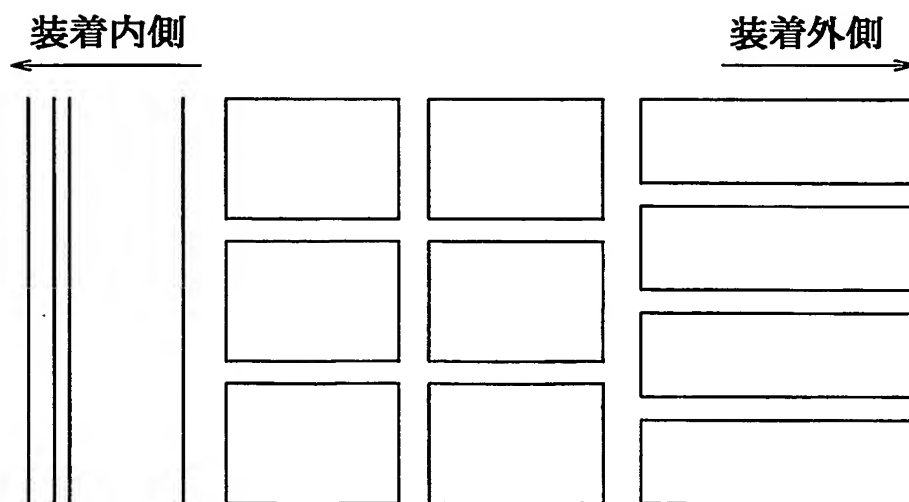


FIG. 23

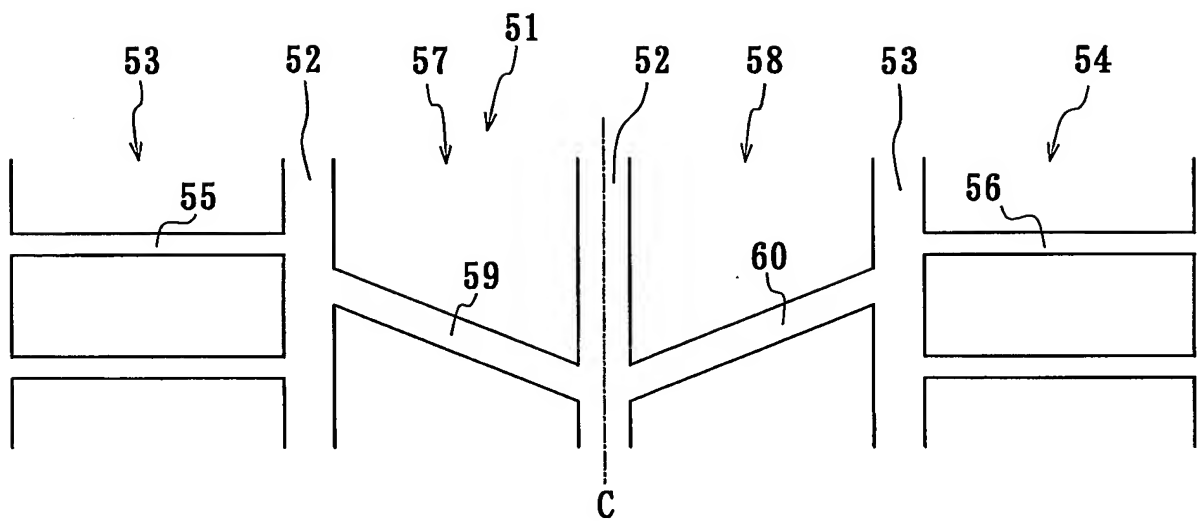


FIG. 24

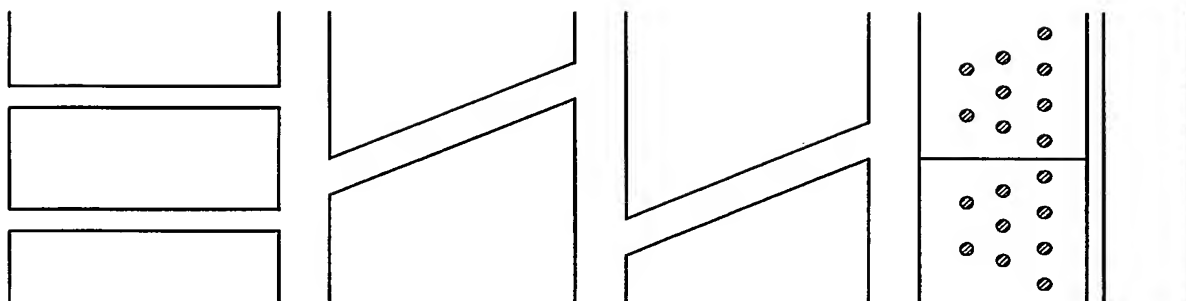


FIG. 25

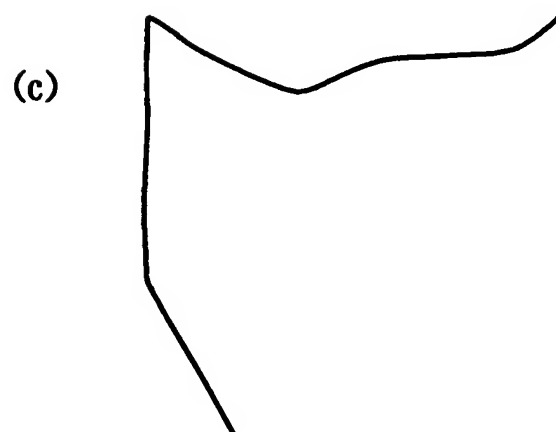
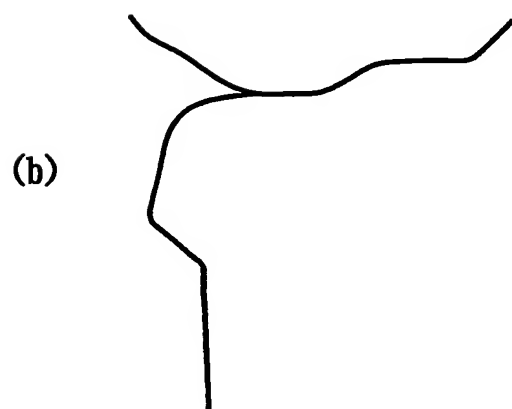
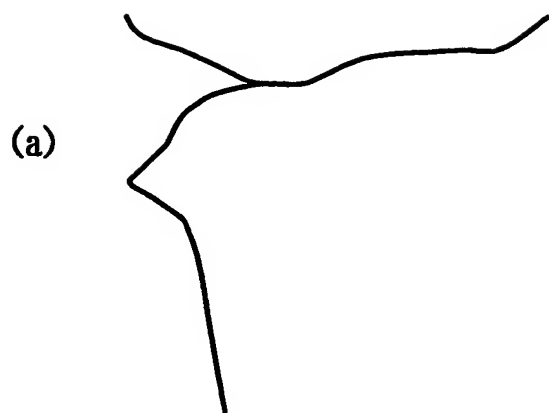
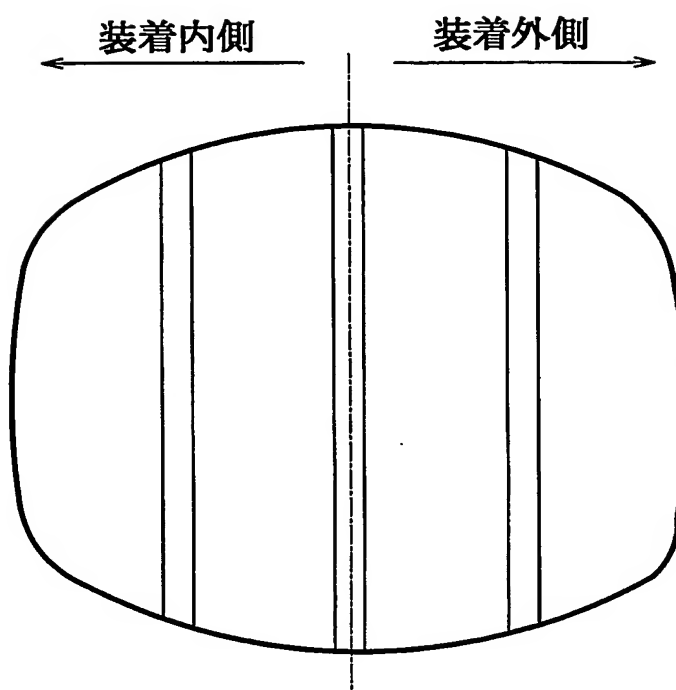


FIG. 26



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B60C11/00, 11/01, 11/04, 5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B60C11/00, 11/01, 11/04, 5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 6-48120 A (Bridgestone Corp.), 22 February, 1994 (22.02.94), Claims; examples; comparative examples; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-8, 11, 26-29 9, 10, 12-25
Y	JP 8-85308 A (The Yokohama Rubber Co., Ltd.), 02 April, 1996 (02.04.96), Claims; examples; Figs. 1 to 3 (Family: none)	9, 10
Y	JP 8-48113 A (CONTINENTAL AG.), 20 February, 1996 (20.02.96), Claims; examples; Figs. 1 to 5 & EP 686517 A & US 5622575 A & DE 4420316 A	12-25

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 November, 2003 (28.11.03)Date of mailing of the international search report
16 December, 2003 (16.12.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11163

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The "technical features" of inventions pertaining to Claims 30 and 31 relate to a method of measuring the vibration characteristics of a wheel not relating to a tire having a specified asymmetric tread pattern pertaining to Claims 1 to 28 and a method of mounting the tire pertaining to Claim 29. Accordingly, its category is different from that of Claims 1-28. Also, the technical features do not have solved technical problems and major parts common to Claim 29. Therefore, the inventions pertaining to Claims 1-29 and 30 and 31 are not so technically related as to involve one or more of the same or corresponding special technical features.

(continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1 to 29

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/11163

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet (1)

As a result, the inventions pertaining to Claims 1 to 29 and the inventions pertaining to Claims 30 and 31 are not considered to be so linked as to form a single general inventive concept.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ B60C11/00, 11/01, 11/04, 5/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ B60C11/00, 11/01, 11/04, 5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 6-48120 A (株式会社ブリヂストン) 1994.02.22、特許請求の範囲、実施例、比較例、図1-4 (ファミリーなし)	1-8, 11, 26-29 9, 10, 12-25
Y	JP 8-85308 A (横浜ゴム株式会社) 1996.04.02、特許請求の範囲、実施例、図1-3 (ファミリーなし)	9, 10
Y	JP 8-48113 A (コンティネンタル・アクチュエングゼルシャフト) 1996.02.20、特許請求の範囲、実施例、図1-5 & EP 686517 A & US 5622575 A & DE 4420316 A	12-25

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 11. 03

国際調査報告の発送日

16.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 雅博

印

4F

8516

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲30、31に係る発明の「技術的特徴」は、請求の範囲1～28に係る特定の非対称トレッドパターンを有するタイヤや請求項29に係るそのタイヤの装着方法とは関係のない、ホールの振動特性の測定方法に関するものであるから、請求項1～28とはカテゴリーを異にし、また、請求項29とも共通の解決すべき技術的課題も共通の主要部も存在しないから、請求項1～29に係る発明と請求項30、31に係る発明は一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にない。

したがって、請求の範囲1～29に係る発明、請求の範囲30、31に係る発明は、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲1～29

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。